МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ISSN 2221-951X

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*

Периодическое научное издание

Серия: Экология

05(21)/2014

Пенза
ПензГТУ
2014

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

«XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс»: Периодическое научное издание. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2014. – №05(21). – 324 с.

Решением Президиума ВАК при Минобрнауки России № 8/13 от 2 марта 2012 г. журнал включен в Перечень рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

ISSN 2221-951X © Пензенский государственный технологический университет, 2014

Ministry of Education and Science of the Russian Federation
Penza State Technological University

ISSN 2221-951X

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL JOURNAL

"XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus"

Scientific Periodical

Series: Ecology

05(21)/2014

Penza
PenzSTU
2014

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL
JOURNAL

«XXI century: resumes of the past and challenges of the present plus». Scientific periodical. – Penza: PenzSTU Publishing House, 2014. – № 05(21). – 324 c.

The journal is included in the List of reviewed scientific journals and editions for publishing principal scientific theses results approved by the Resolution of the Presidium of the Supreme Certification Commission of the Ministry of Education and Science of Russia (№ 8/13, March 2nd, 2012).

ISSN 2221-951X © Penza State Technological University, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СИЛЬНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ И ФРАГМЕНТАЦИИ СРЕДЫ ……. 16

*© **А.Ю. Болотин**, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
*© **О.С. Святова**, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
*© **А.А. Кузьмин**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **С.В. Титов**, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ГЕОСИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СУКЦЕССИЙ ЗАЛЕЖНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА …… 24

*© **А.Л. Белоконь**, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
*© **Е.П.Проценко**, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
*© **Н.В. Чертков**, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
*© **И.П. Балабина**, Курский государственный университет (г.Курск, Россия)*
*© **Н.П. Неведров**, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
*© **С.А. Анненков**, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНФИГУРАЦИИ И РАЗМЕРА ООПТ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ПТИЦ ……... 30

*© **А.Л. Подольский**, СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*

ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ПРУДОВ С РАЗНЫМ АНТРОПОГЕННЫМ ВЛИЯНИЕМ (ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ) …… 36

*© **В.А. Бурдова**, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРИБРЕЖНЫХ ВЬЕТНАМСКИХ ВОД ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЮЖНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ ЮЖНО-КИТАЙСКОГО МОРЯ В ПЕРЕХОДНЫЙ ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД …… 42
© ***Г.А.Власова***, *Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток, Россия)*

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК В ВЕРХОВЬЯХ СУРЫ ПО СТРУКТУРНЫМ ПАРАМЕТРАМ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ …… 48
© ***Е.А. Митрофанова***, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова (г. Саратов, Россия)*
© ***Т.Г. Стойко***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА МАЛЫХ РЕК В КАЧЕСТВЕ РЕФУГИУМОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ОРНИТОФАУНЫ …….. 55
© ***Ю. Ю. Лобачев***, *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*
© ***А.Л. Подольский***, *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*

КАДАСТР СОВРЕМЕННЫХ ТОЧЕК НАХОДОК ПОСЕЛЕНИЙ СТЕПНОГО СУРКА (MARMOTA BOBAK MÜLLER, 1776) В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ ……... 60
© ***Р.В. Наумов***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.А. Кузьмин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***С.В. Титов***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНВАЗИИ В ЭКОСИСТЕМАХ ПОЙМ РЕК СУРЫ И ХОПРА В ПРЕДЕЛАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ……. 71
©***Е.А. Дудкин***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
©***А.И. Иванов***, *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДИНАМИКУ ПСИХИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НОВООСКОЛЬСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ) ……... 78
© ***А.М. Митряйкина***, *Белгородский государственный национальный исследовательский университет (г. Белгород, Россия)*
© ***М.М. Кладиёва***, *Белгородский государственный национальный исследовательский университет (г. Белгород, Россия)*

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ И СОЧЕТАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ Ni2+ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СЕМЯНА СОИ, ИХ РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФИТОРЕМЕДИАЦИЮ ПОЧВЫ …… 84
*© **Л.Н. Ольшанская**, Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия)*
*© **О.В. Титоренко**, Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А (г. Энгельс, Россия)*
*© **Л.А. Булкина**, Поволжский кооперативный институт Российского университета кооперации (г. Энгельс, Россия)*
*© **Ю.А. Еремеева**, Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия)*

КОНКУРЕНТНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ В ОДНОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗАХ …….. 90
*© **Н.И. Слугинова**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **А.П. Слугинов**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

НАКОПЛЕНИЯ БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ СЕЛЕНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ЕГО В ПОЧВАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ …… 96
*© **В.А. Вихрева**, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
*© **А.А. Блинохватов**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Ю.В. Блинохватова**, Пензенский артиллерийский инженерный институт (г. Пенза, Россия)*
*© **С.В. Зиновьев**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ И БИОСФЕРНЫЕ ФУНКЦИИ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ (Rangifer tarandus L.) КАК КОМПОНЕНТА БИОЦЕНОЗОВ ТАЙМЫРА …… 99
*© **Н.В. Малыгина**, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия)*

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ: НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКОПЛИТ ……. 104
*© **В.В. Рыжаков**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **А.О. Холуденева**, Пензенский государственный технологический*

университет (г. Пенза, Россия)
*© **М.В. Рыжаков**, Московский физико-технический институт (государственный университет) (г. Долгопрудный Московской области, Россия)*

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ …… 109
*© **А.А. Баклин**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Е.Л. Мальцев**, ООО «Пенза-Тепло» (г. Пенза, Россия)*
*© **В.Р. Силаков**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Д.А. Асанина**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ …… 114
*© **И.А.Шильников**, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г.Москва, Россия)*
*© **Н.И. Аканова**, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*
*© **С.Ю. Ефремова**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Н.Ф. Лунина**, Санкт-Петербургский ГАУ (г. Пушкин, Россия)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНО-ОВОЩНЫХ БИОИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОЦЕНОК …… 123
*© **А.С. Радионов**, Московский государственный областной университет*
(г. Москва, Россия)
*© **А.В. Сердюкова**, Московский государственный областной университет*
(г. Москва, Россия)
*© **Ю.В. Шумилов**, Московский государственный областной университет (г. Москва, Россия)*

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ …… 129
*© **Е.Г. Куликова**, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
*© **С.Ю. Ефремова**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОЙ ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СОСУДОВ …… 137
*© **А.В. Тразанов**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***К.Р. Таранцева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ОБЗОР РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ПЕСТИЦИДОВ В ПОСЛЕРЕГИСТРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД …….. 142
© ***Т.В. Кононова***, *Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (г. Москва, Россия)*
© ***В.Г. Сычев***, *ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*

СИНТЕЗ МЕТОДОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ …… 146
© ***А.А. Горячева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.Н. Серёдкин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Р.А. Дярькин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИОДИРОВАННЫХ И НЕИОДИРОВАННЫХ ПАВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО СОРБЕНТА 149
© ***В.А. Заматырина***, *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия)*
© ***Е.И. Тихомирова***, *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия)*

УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕШЛАМОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ……... 153
© ***Е.А. Колобова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ СЕТЧАТЫХ ПОЛИМЕРОВ ……... 159
© ***А.В. Косарев***, *Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.(г. Саратов, Россия)*
© ***Е.И Тихомирова***, *Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*

ИНДИКАТОРЫ И КОМПОНЕНТНЫЙ ПОРТРЕТ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА КРАСОК …….. 165
© ***И.А. Прошин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Р.Д. Прошина***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***П.В. Сюлин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ АЭРАЦИИ ……... 171
© ***С.Ю.Андреев***, *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*
© ***Б.М.Гришин***, *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*
© ***М.В. Бикунова***, *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*
© ***М.А. Марынова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.А.Петрунин***, *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*

АНАЛИЗ СРЕДНЕ-ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО СТОКА ПРОИЗВОДСТВА ЦЕФАЛОТИНА НАТРИЕВОЙ СОЛИ ……. 177
© ***О.В. Фирсова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.Р. Таранцева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЛОКУЛЯНТОВ BESFLOC ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ……. 181
© ***Д.А. Захаркин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.Р. Таранцева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Е.Е. Полунина***, *«ОАО Биосинтез» (г. Пенза, Россия)*

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ЦЕМЕНТА В КОМПОЗИТНЫХ СИСТЕМАХ …….. 185
© ***М.И. Панфилова***, *Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*
© ***Н.И. Зубрев***, *Московский государственный университет путей сообщения (Москва, Россия)*
© ***М.В. Фомина***, *Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*
© ***В.В. Медведев***, *Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*

СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ … 190
© ***А.А. Баклин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***В.М. Голощапов***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***С.П. Рябихин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***В.Р. Силаков***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ …… 195
*© **В.А. Казаков**, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*
*© **О.С. Виноградов**, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Н.А. Виноградова**, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*
*© **Б.Л. Таранцева**, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИЕМОВ РЕАБИЛИТАЦИИ ……. 199
*© **С.Ю. Ефремова**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Е.А. Полянскова**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ СОСУДОВ РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ …….. 204
*© **А.В. Тразанов**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **К.Р. Таранцева**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ В КАЧЕСТВЕ ИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ПОЛИГОНА ТБО ……. 208
*© **А.А. Горячева**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Р.А. Дарькин**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Е.А. Полянскова**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ В ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ …….. 213
*© **А.А. Горячева**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Р.А. Дарькин**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Е.А. Парфенова**, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, ЭКОЛОГИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЕ

ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В МОНИТОРИНГЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ …….. 219
© ***И.А. Прошин***, *Пензенский государственный технологический университет(г. Пенза, Россия)*
© ***Р.Д. Прошина***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***П.В. Сюлин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия*)

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ……... 227
© ***В.В. Рыжаков,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.О. Холуденева,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***М.В. Рыжаков,*** *Московский физико-технический институт (государственный университет)*
(г. Долгопрудный Московской области, Россия)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ …… 231
© ***О.А Логвина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***С.Г. Логвин,*** *Пензенский государственный технологический университет(г. Пенза, Россия)*

ИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ .. 238
© ***И.А. Прошин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***Р.Д. Прошина***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***П.В. Сюлин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ …….. 247
© ***М.Ю. Костенкова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***М.А. Сидорова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***С.Ю. Костенков***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Д.С. Осипов***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

АППАРАТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ АБДОМИНАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ У БОЛЬНЫХ ПЕРИТОНИТОМ ……... 253
© ***А.И. Сафронов,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***В.Г. Васильков,*** *Пензенский институт усовершенствования врачей (г. Пенза, Россия)*
© ***Т.В. Истомина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.О. Осипов,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА – ЕСТЕСТВЕННЫХ АНТИТЕЛ К ЭНДОГЕННЫМ РЕГУЛЯТОРАМ БОЛИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ДОРСАЛГИИ ……... 259
©***А.И. Левашова,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***В.С. Морозова,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
©***О.Ю. Полывяная,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
©***С.Н. Петроченко,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***Н.Ю. Келина***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***М.А. Мягкова,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***И.А. Мосейкин,*** *Российская медицинская академия последипломного образования (г. Москва, Россия)*

СИСТЕМА ДЛЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ ……... 265
© ***Т.В. Истомина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Н.Ю. Косенок,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ НОЗОКОМИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ В ОТДЕЛЕНИИ РЕАНИМАЦИИ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ЛПУ ……... 270
© ***Н.Н. Митрофанова,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Г.В. Ильина,*** *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

© ***В.Л. Мельников,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ АНТИТЕЛ К ЭНДОГЕННЫМ РЕГУЛЯТОРАМ …… 277
© ***Н.Ю. Келина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия) (г. Пенза, Россия)*
© ***Т.Ю. Мамелина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
(г. Пенза, Россия)

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БАКТЕРИЙ РОДА *STAPHYLOCOCCUS* В СОСТАВЕ РАЗЛИЧНЫХ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА …… 281
© ***Н.Н. Митрофанова,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Г.В. Ильина,*** *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
© ***В.Л. Мельников,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ И ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ …….. 286
©***А.Н. Расстегаев***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.В. Таранцев***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА БЕЗОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ И ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ……. 293
©***А.Н. Расстегаев***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.В. Таранцев***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ЛИЦ ЛЕТНОГО СОСТАВА …… 298
© ***Т.В. Истомина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.Д Грибанов,*** *НИУ «МАИ» (г. Москва, Россия)*
© ***В.С. Никитин,*** *НИУ «МАИ» (г. Москва, Россия)*

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СПЛАВА МЕДЬ-ОЛОВО, ПОЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ …….. 301
© ***В.А. Казаков***, *Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета*

инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)
*© **О.С. Виноградов**, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Н.А. Виноградова**, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*
*© **М.В. Глебов**, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ……... 305
*© **В.О. Дунин**, Пензенский государственный технологический университет (Пенза, Россия)*
*© **Т.В. Истомина**, Пензенский государственный технологический университет (Пенза, Россия)*
*© **В.Н. Елизаров,** Пензенский государственный технологический университет (Пенза, Россия)*

ОБ ИНТЕРВАЛЬНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ НЕКОТОРОЙ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ …… 311
*© **О.А Логвина,** Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Е.А. Немкова,** Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
*© **Ю.О. Логвин,** Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ В ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 574.3

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СИЛЬНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАРУШЕННОСТИ И ФРАГМЕНТАЦИИ СРЕДЫ[1]

© ***А.Ю. Болотин,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***О.С. Святова,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.А. Кузьмин,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***С.В. Титов,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

STRUCTURE OF SMALL MAMMALS' POPULATIONS AND COMMUNITIES AS AN INDICATOR OF STRONG ANTHROPOGENIC VIOLATION AND FRAGMENTATION OF HABITAT

© ***A.Yu. Bolotin,*** *Penza State University (Penza, Russia)*
© ***O.S. Svjatova,*** *Penza State University (Penza, Russia)*
© ***A.A. Kuzmin,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© **S.*V. Titov,*** *Penza State University (Penza, Russia)*

Изучена структура сообществ и генетические особенности популяций мышевидных грызунов в связи с антропогенной нарушенностью среды и естественной фрагментацией местообитаний. Показано, что применение ISSR- и микросателлитных маркеров позволяет выявить экологические факторы, влияющие на генетическую структуру популяций мышевидных грызунов.

Ключевые слова: мышевидные грызуны, популяции, сообщества, нарушенность и фрагментация среды, молекулярно-генетические методы.

Structure of murine rodents' communities and their populations' genetic features due to anthropogenic violation and fragmentation of habitat was studied. It was shown that using of ISSR- and microsatellite markers let to reveal ecological factors which effect on genetic structure of murine rodents' populations.

Key words: murine rodents, populations, communities, violation and fragmentation of habitat, molecular-genetic methods

E-mail: sum_rock@mail.ru; kuzmin-puh@yandex.ru; svtitov@yandex.ru

Изучение генетической структуры популяций животных – актуальное направление современных экологических исследований. Возникшее на стыке популяционной генетики и популяционной экологии, оно нацелено на решение как фундаментальных биологических проблем (проблемы целостности биологического вида, микроэволюции и внутривидовой дифференциации, динамики популяций), так важных прикладных задач сохранения видов и биологического разнообразия (оценка продуктивности вида в ареале и риска вымирания популяций). Пространственная подразделенность и временная изоляция популяций, как правило, приводит к ограничению потока генов,

[1] Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного задания ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» в сфере научной деятельности на 2014 – 2016 годы и РФФИ (№ 12-04-97062 р_поволжье_а)

снижению уровня гетерозиготности и повышению уровня инбридинга, потере генетического разнообразия [1,2,4,6].

Млекопитающие – одна из наиболее изученных групп живых организмов. Уже только поэтому желательно привлечение видов этого класса для изучения состояния природных комплексов, а также антропогенных воздействий в биоиндикационных исследованиях. Использование в качестве биоиндикаторов млекопитающих позволяет отслеживать и оценивать состояния наблюдаемых экосистем.

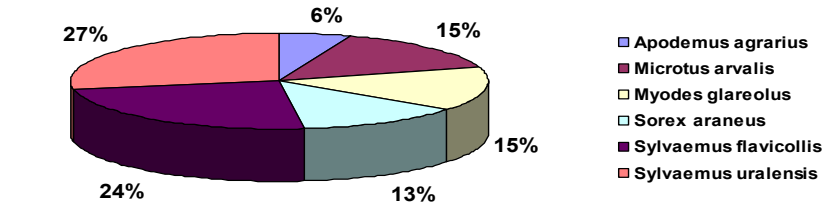
Сбор проб для молекулярно-генетического анализа, проведен в 2011-2014 годах. На сегодняшний день совокупная выборка проб составляет 76 образцов 7 видов мышевидных грызунов и насекомоядных, отловленных в Пензенской (с. Бабарыкино Кузнецкого р-на и с. Островцы Колышлейского р-на) и Ульяновской (с. Заречное Барышского р-на) областях: полевая мышь, *Apodemus agrarius* – 5 экз. (Пензенская, Ульяновская обл.), желтогорлая мышь *Sylvaemus flavicollis* – 12 экз., лесная мышь *Sylvaemus uralensis* – 19 экз., обыкновенная бурозубка *Sorex araneus* – 9 экз., малая бурозубка *Sorex minutus* – 2 экз., рыжая полевка *Myodes glareolus* – 17 экз., обыкновенная полевка *Microtus arvalis* – 12 экз.

Для проведения ISSR-PCR анализа применяли методику, разработанную Зеткевичем и др. с некоторыми модификациями [7]. В качестве праймеров использовали последовательности $(AG)_9C$, $(GA)_9C$, $(GAG)_9C$, $(CTC)_9C$, $(AGC)_6G$, $(ACC)_6G$ («Синтол», Россия). Один ампликон спектра рассматривали как один локус ДНК. Полиморфизм такого локуса оценивали по наличию-отсутствию ампликона соответствующей длины в спектрах. Программа амплификации включала в себя первичную денатурацию (t = 94°C, 2 мин.); 30 циклов денатурации (t = 94°C, 30 с.), отжига праймера (t = 55°C, 30 с.), элонгации цепи (t = 72°C, 2 мин.); а также финальную элонгацию (t = 72°C, 10 мин.), ПЦР проводили на амплификаторе «Терцик» («ДНК-технологии», Россия).

Для изучения полиморфизма ДНК по ISSR-фрагментам проводили расчет индекса PIC (*polymorphism information contents*). Индекс PIC характеризует уровень гетерозиготности локусов – продуктов амплификации, исходя из представлений о том, что по каждому локусу исследованная группа животных находится в состоянии, соответствующем равновесию Харди-Вайнберга. Для индивидуальных локусов значения индекса рассчитывали по формуле, предложенной Botstein и др. для диаллельных локусов [3], для которых PIC=2f(1-f), где f – частота одного из двух аллелей. Ее вычисляли исходя из доли носителей рецессивных гомозигот по формуле – корень квадратный из R/N, где R – количество носителей рецессивных гомозигот, N – количество исследованных животных.

Анализ структуры сообществ мышевидных грызунов, приуроченных к различным локалитетам в пределах одной природно-ландшафтной зоны, выявил некоторые особенности. Сравнение сообществ мышевидных грызунов из Пензенской (n = 52) и Ульяновской (n = 54) областей показало их значительные различия по численности одновидовых группировок (Chi-Square = 38.2, df = 5, $p < 0.0001$) (рис. 1).

А



Б

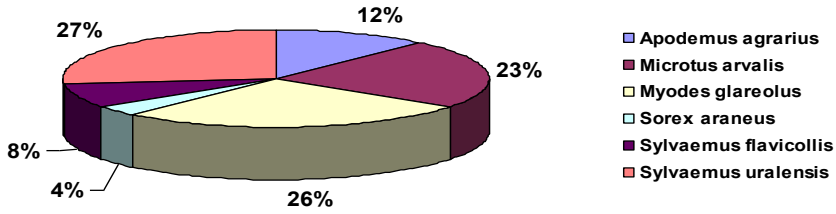


Рисунок 1 – Структура сообщества мышевидных грызунов в Ульяновской, n=54 (А) и Пензенской, n=52 (Б) областях

В целом, сообщества сходны по доминирующему виду малой лесной мыши (по 27%, соответственно), но отличаются по другим фаунистическим элементам. Если в «пензенском» сообществе субдоминантным видом является рыжая полевка (*Myodes glareolus*) – 26%, то в «ульяновском» – желтогорлая мышь (*Sylvaemus flavicollis*) – 24%. Далее по численности в первом сообществе идут серая полевка (23%), полевая мышь (12%), желтогорлая мышь (8%), обыкновенная бурозубка (4%), во втором – рыжая полевка (15%), обыкновенная полевка (15%), обыкновенная бурозубка (13%), полевая мышь (6%). Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об отсутствии влияния ландшафтных различий местообитаний на структуру сообществ мышевидных грызунов, как в видовой составляющей, так и по доминантным видам. Обнаруженные различия сообществ в большей степени связаны с биотопической приуроченностью, заметны по субдоминантам и проявляются в численности их группировок. Если в «пензенском» сообществе субдоминантный статус рыжей полевки объясняется большим представительством в лесном биотопе хвойных пород деревьев, то в «ульяновском» субдоминантность желтогорлой мыши связана с высоким представительством лиственных пород.

Анализ сообществ мышевидных грызунов, приуроченных к различным локалитетам, заметно отличающимся по биотопическим условиям, в пределах лесостепной зоны (Пензенская обл.), выявил достоверные различия их структуры (Chi-Square = 35.5, df = 6, $p < 0.0001$). При этом, в отличие от первого случая, структура таких сообществ имеет ярко выраженную биотопическую приуроченность (рис. 2).

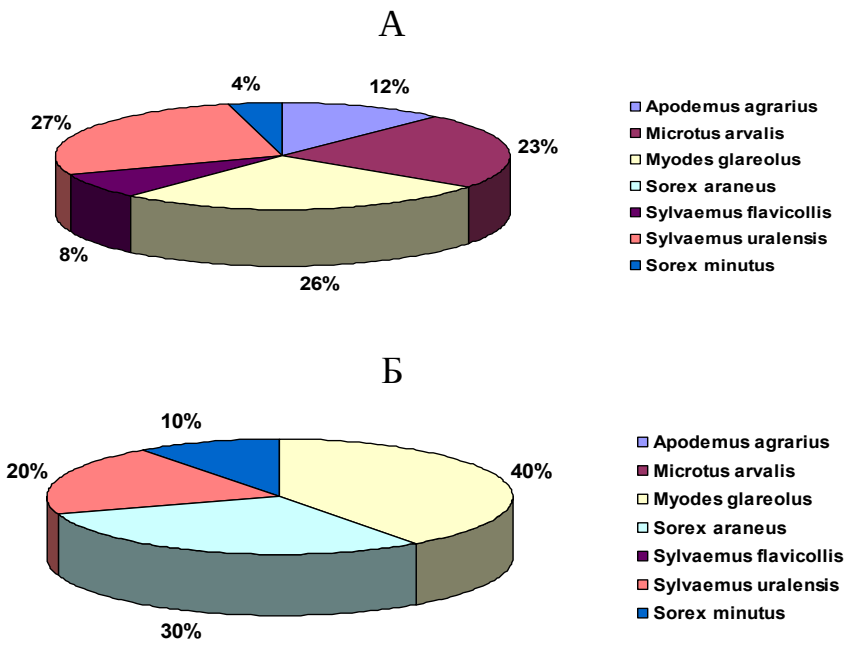


Рисунок 2 – Структура сообщества мышевидных грызунов в различных лесостепных биотопах Пензенской области:
А – с. Островцы Колышлейского р-на, n=52 и Б – с. Бабарыкино

Структура первого сообщества, связанного с биотопом в окрестностях с. Островцы Колышлейского р-на, характеризуется низкой «доминантной» структурой, что указывает на высокое разнообразие условий обитания и сильную фрагментированность среды. Не смотря на то, что доминирующий (27%) вид – малая лесная мышь – выделяется в его структуре, субдоминантны сообщества имеют также высокое представительство – рыжая полевка (26%) и обыкновенная полевка (23%). Второе сообщество мышевидных грызунов, обитающее в окрестностях с. Бабарыкино Кузнецкого р-на и связанное с лесным биотопом с преобладанием хвойных пород деревьев, напротив, характеризуется высоко «доминантной» структурой. В состав сообщества входят преимущественно лесные виды мелких млекопитающих – рыжая полевка (40%), обыкновенная бурозубка (30%), малая лесная мышь (20%), малая бурозубка (10%).

Анализ сообществ мышевидных грызунов, приуроченных к различным стациям однотипного биотопа в лесостепной зоне, показал сильную зависимость их структуры от условий обитания и степени фрагментированности среды (рис. 3). Это проявилось, прежде всего, в достоверных различиях между ними (Chi-Square = 73.7-268.6, df = 5, $p < 0.0001$).

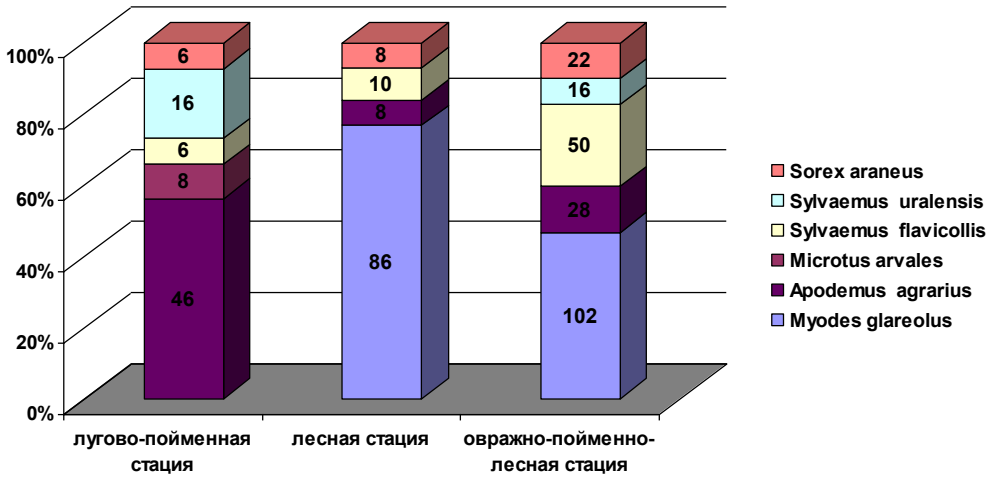


Рисунок 3. Структура сообщества мышевидных грызунов в различных стациях (лугово-пойменная, n=82;лесная, n=112 и овражно-пойменно-лесная, n=218) лесных биотопах Пензенской области (пос. Леонидовка Пензенский р-н)

Большее видовое разнообразие было отмечено в сообществах с выраженной фрагментированностью среды стаций обитания – лугово-пойменной и овражно-пойменно-лесной. При том, эти сообщества также хорошо отличаются и по доминирующему виду и субдоминантам. Если в первом из них доминантным видом выступает полевая мышь (56%), а субдоминантным – малая лесная мышь (20%), то во втором доминантным видом является рыжая полевка (47%), а субдоминантным – желтогорлая мышь (23%). В лесной стации отмечается более высокая «доминантность» в структуре сообщества. Доминирующим видом здесь выступает также как и в случае с последней стацией рыжая полевка (77%). Субдоминанты практически не выявляются, и на их роль претендуют все три оставшиеся вида (желтогорлая мышь, обыкновенная полевка, обыкновенная бурозубка) с долями от 9% и ниже.

Таким образом, проведенные исследования структуры сообществ мышевидных грызунов на различных уровнях ландшафтно-биотопического масштаба показали, что различия сообществ максимально проявляются на стациальной уровне в пределах одного биотопа. Затем размах таких различий понижается при сравнении сообществ из различных биотопов в пределах одной ландшафтной зоны. Наконец, самый низкий уровень различий отмечается при сравнении сообществ мышевидных сообществ, приуроченных к различным географическим локалитетам в пределах одной природно-ландшафтной зоны. Выявленную закономерность необходимо учитывать при проведении подобных исследований структуры сообществ мышевидных грызунов.

В исследования по оценке уровня генетического разнообразия популяций мышевидных грызунов были апробированы две системы генетических маркеров: ISSR и микросателлитные фрагменты, состоящие из повторов более 2 нуклеотидов.

Анализ результатов ISSR-PCR-анализа популяций рыжей полевки и малой лесной мыши из Пензенской и Ульяновской областей показал высокую разрешающую способность этого метода изучения генетического полиморфизма группировок животных. Для примера приведем результаты анализа с праймером P36 - (AG)8YT (рис. 4, 5).

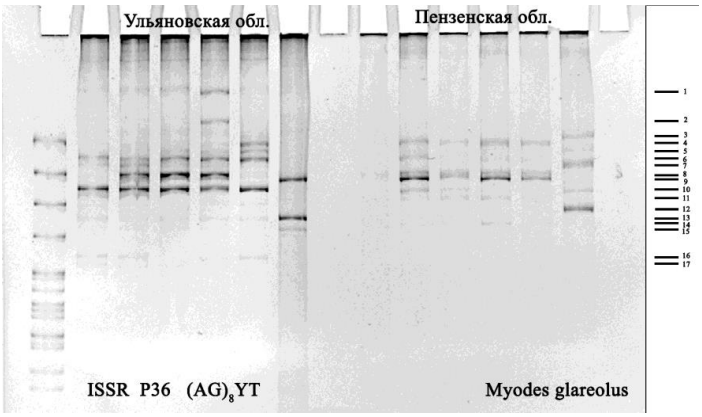


Рисунок 4 – Фореграмма спектра ампликонов ISSR-PCR образцов из двух популяций рыжей полевки (Ульяновская и Пензенская обл.)

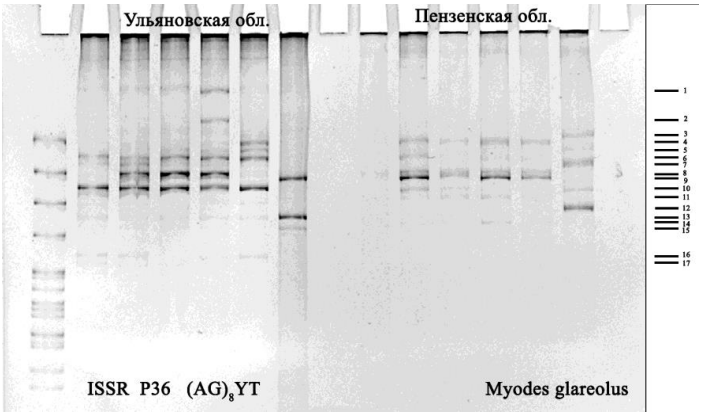


Рисунок 5 – Фореграмма спектра ампликонов ISSR-PCR образцов из двух популяций малой лесной мыши (Ульяновская и Пензенская обл.)

Популяции рыжей полевки из Пензенской и Ульяновской областей не отличаются друг от друга по полиморфизму ISSR-фрагментов (p=0.281), хотя и характеризуются разными коэффициентами PIC – 0.313 и 0.275, соответственно. Аналогичные данные были получены и по популяциям малой лесной мыши из этих же локалитетов (p=0.344) при PIC равным 0.343 и 0.317, соответственно. Кроме этого использованный ISSR-анализ позволяет достаточно надежно группировать особи при кластеризации в генетически однородные совокупности и выявлять уклоняющиеся от обобщенного полиморфного профиля популяции особи (рис. 6, 7).

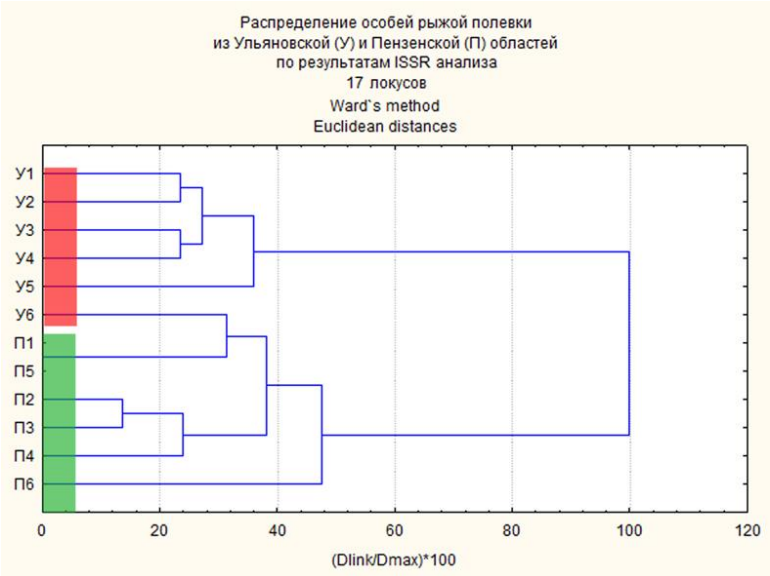


Рисунок 6 – Результаты кластеризации особей рыжей полевки по результатам ISSR-PCR анализа (диаллельные локусы – 0/1)

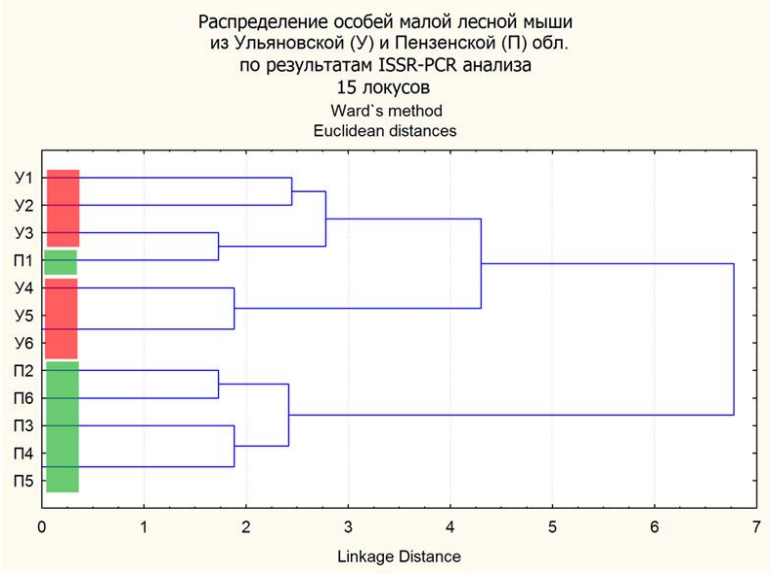


Рисунок 7 – Результаты кластеризации особей малой лесной мыши по результатам ISSR-PCR анализа (диаллельные локусы – 0/1)

Выявленные особенности генетического полиморфизма популяций мышевидных грызунов, приуроченных к различным локалитетам в пределах одной природно-ландшафтной зоны, хорошо соотносятся с полученными данными по сообществам, в которые включены эти популяции (см. выше) и указывают на зависимость размаха различий генетического полиморфизма от ландшафтно-биотопического уровня рассматриваемых группировок мышевидных грызунов.

Для изучения генетического полиморфизма популяций по аллельным спектрам фрагментов микросателлитной ДНК была проведена апробация 13

микросателлитных систем праймеров, 10 из которых являются оригинальными и 3 из литературных источников [5]. Для мышей на 4 видах (Sylvaemus flavicollis, Sylvaemus uralensis, Apodemus agrarius, Mus musculus) были протестированы 6 систем: ApSu1 D/R (GGAA-повтор), MusM1 D/R (CGT-повтор), MusM2 D/R (CTTT-повтор), MusM3 D/R (GAAA-повтор), MusM4 D/R (CTAT -повтор), MusM6 D/R (GAAA -повтор). Для полевок на 6 видах (Myodes glareolus, Myodes rutilus, Microtus arvalis, Microtus oeconomus, Microtus socialis, Arvicola terrestris) были протестированы 7 систем: MicBr1 D/R (ATCC-повтор), MicBr2 D/R ([GT][GCGT][GT]-повтор), MicFol D/R (CAAA-повтор), EU285408Mm D/R (GGAA-повтор), EU285402Mm D/R (CAT-повтор), EU285407Mm D/R (CAG-повтор). В целом, почти по всем праймерным системам были получены положительные результаты (рис. 8), и они на очередном годичном этапе исследований будут использованы в работе.

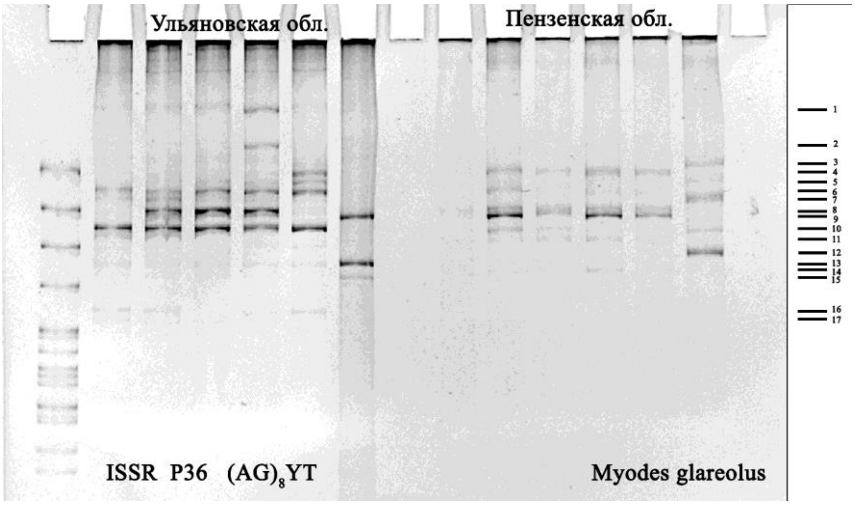


Рисунок 8 – Фореграмма микросателлитных аллелей двух праймерных систем EU285408Mm D/R (GGAA-повтор) и ApSu1 D/R (GGAA-повтор) 10 видов мышевидных грызунов: 1 – рыжая полевка Myodes glareolus, 2 – красная полевка Myodes rutilus, 3 – обыкновенная полевка Microtus arvalis, 4 – полевка-экономка Microtus oeconomus, 5 – общественная полевка Microtus socialis, 6 – водяная полевка Arvicola terrestris, 7 – желтогорлая мышь Sylvaemus flavicollis, 8 – малая лесная мышь Sylvaemus uralensis, 9 – полевая мышь Apodemus agrarius, 10 – Домовая мышь Mus musculus

Список литературы

1. *Алтухов Ю.П., 2003. Генетические процессы в популяциях. М.: Академкнига. 431 с.*
2. *Хедрик Ф., 2003. Генетика популяций. М.: Техносфера. 588 с.*
3. *Botstein D., White R.L., Scolnick M.H., Davis R.W. Construction of the genetic linkage map using restriction fragment length polymorphism // Amer. J.*
4. *Frankham R. 1998. Inbreeding and extinction: island populations. Conserv. Biol. 12: 665675.*
5. *Rikalainen K., Grapputo A., Knott E., Koskela E. Mappes T., 2008. A large panel of novel microsatellite markers for the bank vole (Myodes glareolus) // Mol Ecol Resour 8 (5). P. 1164-1168.*

6. *Onishi M, Liou GG, Buchberger JR, Walz T, Moazed D. Role of the conserved Sir3-BAH domain in nucleosome binding and silent chromatin assembly. Molecular cell 2007;28:1015–1028*
7. *Zietkiewicz, E.; Rafalski, A. and Labuda, D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymorphism chain reaction amplification. Genomics, March 1994, vol. 20, no. 2, p. 176-183.*

УДК 574.42

ГЕОСИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СУКЦЕССИЙ ЗАЛЕЖНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА

© ***А.Л. Белоконь,*** *Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
© ***Е. П. Проценко,*** *Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
© ***Н.В. Чертков,*** *Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
© ***И.П. Балабина,*** *Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
© ***Н.П. Неведров,*** *Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
© ***С.А. Анненков,*** *Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*

THE GEOSYSTEM ANALYSIS OF RECOVERY SUCCESSIONS ZALEZHNYKH AGROTSENOZOV IN THE CONDITIONS OF THE RESERVED STATUS

© ***A.L. Belokon*****,** *Kursk State University (Kursk, Russia)*
© ***E. P. Protsenko,*** *Kursk State University (Kursk, Russia)*
© ***N. V. Chertkov*****,** *Kursk State University (Kursk, Russia)*
© ***I.P. Balabina,*** *Kursk State University (Kursk, Russia)*
© ***N. P. Nevedrov****, Kursk State University (Kursk, Russia)*
© ***S. A. Annenkov,*** *Kursk State University (Kursk, Russia)*

В статье представлены данные по динамике продуктивности залежных геосистем Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника имени профессора В.В. Алехина (ЦЧЗ), описывается исследование залежных агроценозов ЦЧЗ и его окрестностях. Представлены данные по динамике продуктивности залежных геосистем на Зоринском участке ЦЧЗ. Исследуемый участок заповедника дает возможность для проведения уникального эксперимента, так как на данной территории находятся участки, как с абсолютно заповедным режимом, так и с косимым режимом. Сделаны выводы по проведенному исследованию.

Ключевые слова: залежь, геосистема, постсельскохозяйственный, фитоценоз, фитомасса.

The article presents data on the dynamics of productivity fallow geosystems Central Black Earth State Biosphere Reserve named after Professor VV Alekhine (CCZ), The article describes a study of fallow agrotcenozov CCZ and its surroundings. The data on the dynamics of productivity fallow geosystems Zorinsk site CCZ. Investigated area of the reserve provides an opportunity for a unique experiment, as in this territory are areas as completely reserved regime and with Cosima regime. Conclusions on the study.

Key words: pool, geosystem, post farm, phytocoenosis, phytomass

E-mail: belokonartem@mail.ru; kaf-ecolbiol@yandex.ru; nchertkov@yandex.ru; dekanatEGF@yandex.ru.

В наше время земельный фонд истощается, вследствие чего восстановление постсельскохозяйственных земель является одной из важных экологических проблем [7, с. 315-320].

По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года в Курской области насчитывалось 277852 га залежей. В основном на них располагаются пастбища или сенокосные угодья. В 1999 году часть залежей 175,8 га. в Обоянском районе, было передано ЦЧЗ, что послужило поводом для проведения уникального эксперимента по выявлению особенностей развития лесостепных геосистем на пост сельскохозяйственном этапе в абсолютно заповедных условиях.

При организации Зоринского участка Центрально-Чернозёмного заповедника, большая часть земель представляла собой сельскохозяйственные угодья. Из сельскохозяйственного оборота они выводились постепенно, поэтому на небольшой площади в пределах участка заповедника и его окрестностей располагаются залежные геосистемы различного возраста и различных режимов охраны [2, с. 25-26]. В связи с этим актуальным является исследование процессов динамики продуктивности растительного покрова, происходящих вследствие тех изменений, которые производит человек в настоящее время своей хозяйственной деятельностью. В Курской области по данным всероссийской переписи, на первое июля 2006 года залежных земель в области было 255,23 тыс. га., в данный момент количество площадей не изменилось, пашня занимает 1945,3 тыс. га. Сохранение естественных экосистем является одним из приоритетных направлений в деятельности заповедников. Одной из его задач является изучение состояния экосистем методом сравнения уровня продукции растительного вещества в исследуемых биотопах.

В настоящее время в пределах Зоринского участка Центрально-Черноземного заповедника и его окрестностей располагаются залежные фитоценозы различного возраста и различных режимов охраны. На постсельскохозяйственном этапе своего развития данные территории характеризуются различной продуктивностью, что зависит от многих факторов. В период сельскохозяйственного использования земель продуктивность фитоценозов поддерживается человеком. После выведения земель из сельскохозяйственного оборота состояние фитоценоза зависит от действия природных факторов, таких как возраст, плодородие почв, соотношение тепла и влаги и др.

Рассматриваемая залежь на Зоринском участке Центрально-Чернозёмного заповедника – это постсельскохозяйственные геосистемы, которые развиваются в заповедных условиях, исключающих деятельность человека.

Наше исследование проходило на Зоринском участке Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника имени профессора В.В. Алехина (ЦЧЗ) и его окрестностях на протяжении шести лет с 2007 по 2013. В данной статье описываются результаты исследования восстановительных сукцессий залежных агроценозов, полученные в ходе исследования окрестностей участка (рис.1) по точкам, которые расположены на залежи различного возраста. Выбор точек для взятия образцов проводился в случайном порядке, основной методикой исследования явился метод укосов (Е.М. Лавренко).

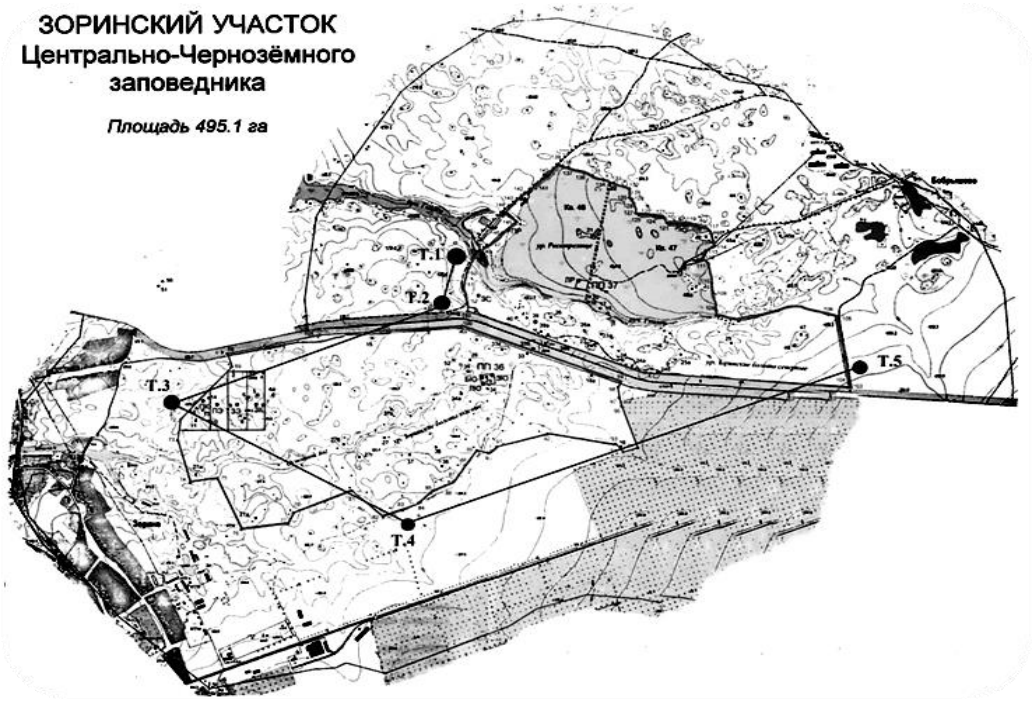


Рисунок 1 – Карта-схема Зоринского участка ЦЧЗ с нанесенными точками исследований

Исследуемые залежные фитоценозы расположены на небольшой по площади территории с однородными климатическими условиями, на сходных элементах рельефа с небольшими различиями по экспозиции склонов и их крутизне.

В структуре природно-территориальных комплексов Зоринского участка залежные геосистемы являются доминантными, так как их площадь составляет около 55 % (рис. 2).

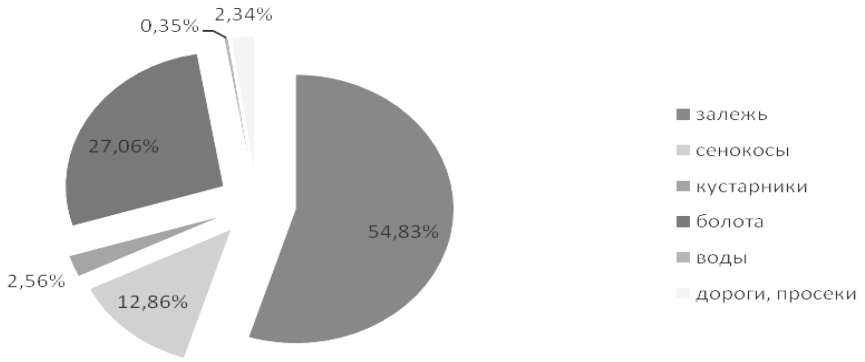


Рисунок 2 – Схема распределения категорий земель на Зоринском участке ЦЧЗ

В результате проведенных исследований в течение 6 лет на территории Зоринского участка выявлено, что в залежном состоянии фитоценозы находятся в возрасте 10-15 лет.

За уровень биологической продукции фитоценоза принимали запас фитомассы на пробной площади в данный момент времени и определяли его методом пробных укосов. Рассчитывали сухой вес фитомассы на единицу площади [1, с 47-48].

Укосы брались в окрестностях Зоринского участка ЦЧЗ (рис.1) [4, с. 25]. В точках, где не так давно было поле на молодой залежи, возраст залежи составляет 4-10 лет (табл.1).

Таблица 1 – Описание точек взятия укосов

Точка	Возраст	Состояние участка	Ассоциация	Доминирующие виды
Точка №1 $51^0 11' 41''$ с.ш. $36^0 16' 38''$ в.д.	6-7 лет	Бывшее сельхоз поле в залежном состоянии	злаковая	пырей *Elytrígia*, хвощ *Equisétum*
Точка №2 $51^0 11' 35''$ с.ш. $36^0 23' 33''$ в.д.	6-7 лет	Бывшее сельхоз поле	злаково-разнотравная	пырей *Elytrígia*
Точка №3 51º 11’ 14,7” с.ш, 36º 22’ 09,5” в.д	7-8 лет	Бывшее сельхоз поле	злаково-разнотравная	зверобой (*Hypericum perforatum*), мятлик луговой(*Poa praténsis*), тысячелистник (*Achillea millefolium*)
Точка №4 51º 10’ 55,5” с.ш, 36º 23’ 04,3” в.д.	4-5 лет	Бывшее сельхоз поле	злаковая растительность	пырей (*Elytrígia*), пшеница (*Tríticum sp.*)
Точка №5 51º 11’ 16,2” с.ш, 36º 25’ 51,5” в.д.	4-5 лет	Бывшее сельхоз поле	разнотравно луговая растительность	хвощ (*Equisétum*), тысячелистник (*Achillea millefolium*)

Таким образом, рассмотренные луговые растительные сообщества на разных участках заповедника отличаются интенсивностью процессов продукции (рис. 3).

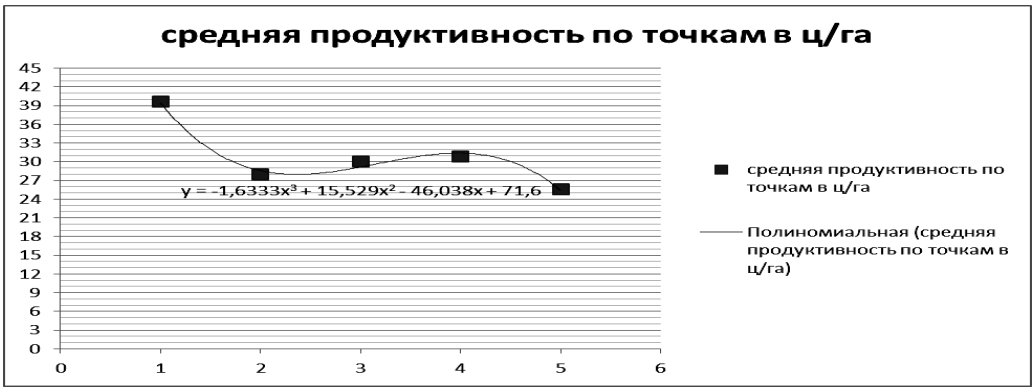


Рисунок 3 – Изменение продуктивности лугового сообщества в зависимости от возраста залежи и рельефа местности

Анализ полученных результатов дает основание считать, что рассмотренные луговые растительные сообщества на разных участках заповедника отличаются интенсивностью процессов продукции растительного вещества. Наибольший уровень продукции общего количества фитомассы отмечен в точке № 1. Это связанно с тем, что в залежном состоянии эта точка находится пять лет. Минимальная продуктивность зафиксирована в точке № 5, что связанно с минимальным сроком нахождения в залежном состоянии (3 года).

Характеристика фитоценоза: видовой состав 14-15 летней залежи по результатам наблюдений довольно беден и стабилен. Основу травостоя составляют многолетние луговые растения. Это приурочено «к залежи северной части», а на «залежи южной части», которая так же является 15-летней, обнаруживается много сходства. Хотя на залежи северной значительно больше малолетников (18 видов – 40%), но они не играют существенной фитоценотической роли [3, с 200-221].

Следует отметить, что на данных залежах уже присутствуют древесные виды (татарский клен (Ácer tatáricum), дуб черешчатый (Quércus róbur) и т.д.), которые превышают высоту травостоя. В дальнейшем они могут сыграть важную роль в формировании растительного покрова.

Бедность видового состава залежей 9-11 лет, негустой травостой и обилие малоценных в питательном отношении, не поедаемых животными растений делают их малопривлекательными сенокосными угодьями, в связи с чем большая часть залежей выкашивается лишь фрагментарно и не ежегодно, часть не косится уже несколько лет подряд.

Поэтому одним из главных факторов развития будет время и первоначальное состояние вступления в залежь [6, с. 30-36].

При анализе полученных данных отмечено, что прямой зависимости между величиной надземной фитомассы и возрастом залежи нет. Величина достоверности аппроксимации (R^2) равна 0,64, что подтверждает корреляцию изменчивости надземной фитомассы с возрастом залежных геосистем (рис.4) [5, с. 163-166].

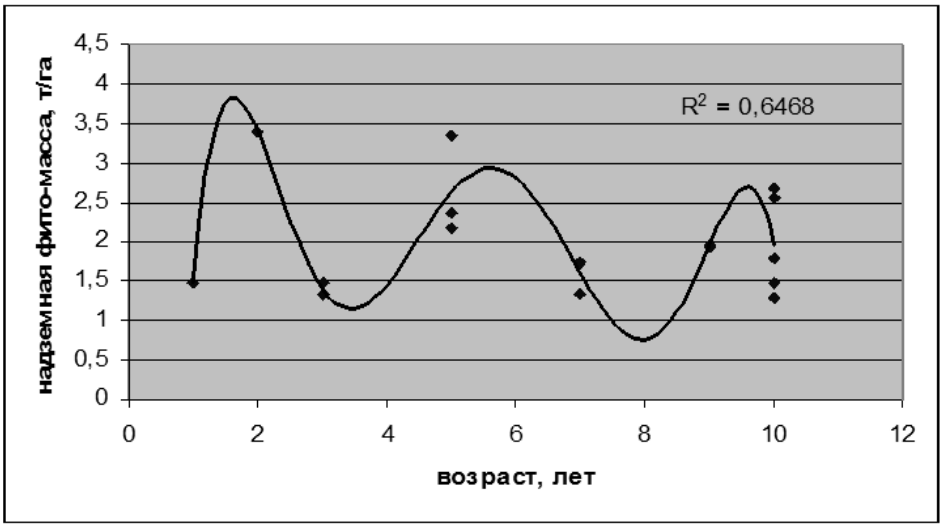


Рисунок 4 – Зависимость надземной фитомассы в сухом состоянии от возраста залежной геосистемы

Сравнивая величину надземной фитомассы залежных геосистем с природными, можно сделать вывод о степени их восстановления. Известно, что показатель этой величины природных травяных геосистем лесостепей составляет 19 ц/га [5, с. 163-166]. Средний показатель на исследуемом участке составил от 15 до 30 ц/га. В связи с этим можно говорить о благоприятных факторах воздействия природы на восстановительную динамику залежных агроценозов (рис.5).

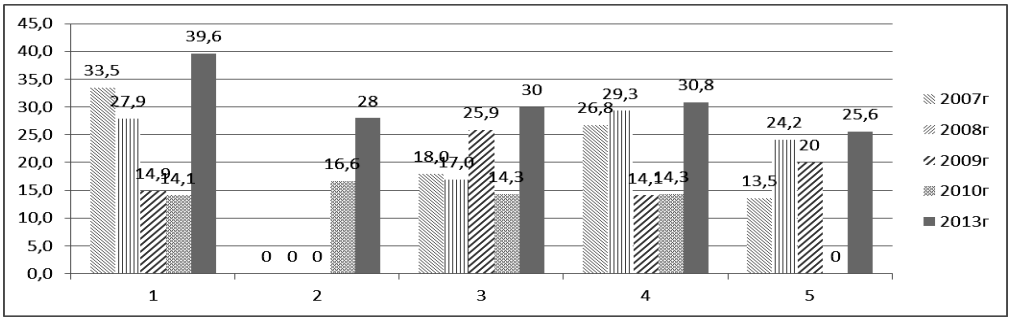


Рисунок 5 – Сравнительная диаграмма продуктивности залежных фитоценозов Зоринского участка ЦЧЗ по годам исследования в сравнении с природной продуктивностью

Из диаграммы видно, что продуктивность залежных агроценозов во все года исследования во многих случаях превышает природную продуктивность в 19ц/га, что говорит о благоприятных условиях восстановительных процессов.

Таким образом, на основании выше изложенного можно сделать выводы:

1. Фитоценозы Зоринского участка ЦЧЗ можно разделить на две группы: фитоценозы с режимом периодического кошения и абсолютно заповедным режимом. Длительное применение разных режимов содержания травостоев (косимого и абсолютно заповедного) приводит к существенно различающимся результатам демутации растительности, что заставляет по-разному оценивать роль этих режимов в сохранении биоразнообразия луговых степей.

2. Сегодня растительность залежных фитоценозов представлена преимущественно луговыми сообществами с различной продуктивностью. Наземная фитомасса в сухом состоянии изменяется от 12,892 ц/га и до 34,036 ц/га в зависимости от возраста залежи, характера её увлажнения и плодородия почв.

3. Для изучаемых фитоценозов характерна сукцессия, направленная на постепенное закустаривание и облесение, что не противоречит описанным в литературе тенденциям. Однако для участков с абсолютно заповедным режимом отмечается увеличение количества молодого подроста деревьев.

4. В заповедных условиях залежные фитоценозы развиваются под воздействием природных факторов, к которым относятся время и погодно-климатические условия, рельеф, почвы и т.д., а также их состояние зависит от деятельности человека на прилегающих землях к заповеднику.

5. Зоринский участок ЦЧЗ может рассматриваться как модельный для изучения динамики залежных растительных сообществ, происходящих в фитоценозах подобного типа.

Список литературы

1. *Балабина И.П. Белоконь А.Л. «Динамика постсельскохозяйственных геосистем зоринского участка центрально – черноземного заповедника им. Проф. Алехина В.В».: сибирская ассоциация консультантов заочные научно практические конференции., Новосибирск 2012. С. 123-124.*
2. *Белоконь А.Л. Проценко Е.П. «Динамика продуктивности растительного покрова залежных агроценозов». Тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених "Актуальні проблеми наук про життя та природокористування" 16-18 жовтня 2013р. м. КиївУкраїна. С. 9-10.*
3. *Золотухин Н.И, Полуянов А.В., Филатов Т.Д. Растительность залежей Зоринского участка Центрально-Черноземного заповедника // Природные условия и биологическое разнообразие Зоринского участка в Курской области: Труды Центрально-Чернозёмного заповедника. Выпуск 17. – Тула, 2001. – С. 200-221.*
4. *Золотухин Н.И. Власов А.А. Картографические исследования в Центрально-Черноземном заповеднике, выпуск 19, – Курск, 2006. С. 15-16.*
5. *Лозинская Е.Ф., Чертков Н.В., Варакина Е.А., Домашева О.Ю., Трофименко Д.Г. Динамика состояния почв залежных геосистем Зоринского участка Центрально-Чернозёмного биосферного заповедника им. В.В. Алёхина // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Том 114, выпуск 3. 2009 г. Приложение 1. Часть 2. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды. М.,2009.– С. 30-36.*
6. *Люри Д.И., Горячкин С.В, Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.*
7. *Чертков Н.В., Якунин А.В. Формирование постсельскохозяйственных геосистем на залежных землях Курской области // Геоэкологические исследования и их отражение в географическом образовании: сб. статей по матер. междунар. науч.-практич. конф., 26–27 ноября 2007 г. / отв. ред. М.В. Кумани, Н.В. Чертков. – Курск: Курск.гос. ун-т, 2007. – С. 163-166.*

УДК 574.34+51.76:502.45

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНФИГУРАЦИИ И РАЗМЕРА ООПТ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКИ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ ПТИЦ

*© **А.Л. Подольский,** СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*

DESIGNING SPATIAL FRAMEWORK AND SIZES OF NATURAL PROTECTED AREAS FROM BIRD POPULATION DYNAMICS MODELING

*© **A.L. Podolsky,** Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (Saratov, Russia)*

Метапопуляционная динамика может вызвать перенасыщение благоприятных участков местообитаний размножающимися особями и сделать эти участки источниками излишка особей для заселения близлежащих местообитаний худшего качества. Следовательно, эффективная стратегия охраны видов с сокращающейся численностью должна предусматривать создание

охраняемых территорий, включающих как высококачественные нетронутые ландшафты, так и некоторые пригодные для охраняемого вида местообитания несколько худшего качества, которые могут быть заселены данным видов в результате популяционной динамики по типу источников и раковин. Разработана вероятностная модель для определения темпов роста численности видов певчих птиц, направленная на определение их популяционного статуса в местообитании.
Ключевые слова: матепопуляционная динамика, птицы, местообитания, вероятностная модель.

Metapopulation dynamics can cause an oversaturation of suitable habitats by breeding birds and make these sites sources of surplus individuals available to disperse into nearby habitat patches of lower quality. Consequently, an effective strategy for declining species protection should include both high quality pristine landscapes and some lower quality patches in the regional network of protected areas. I developed the probabilistic model for identifying population growth rates of a songbird species to ascertain its population status (source or sink) in a habitat patch.
Key words: metapopulation dynamics, birds, habitats, probabilistic model.

К настоящему времени целый ряд видов певчих птиц находится под угрозой исчезновения вследствие разрушения природных местообитаний и сукцессионной смены растительных сообществ, вызванной глобальным потеплением и другими климатическими изменениями. В связи с этим, большое значение приобретает разработка более точных методов оценки популяционной численности сокращающихся видов и долгосрочных прогнозов их популяционной динамики. Такие прогностические модели требуют правильного понимания репродукционных стратегий видов с сокращающейся численностью, а также их экологических потребностей в контексте наличия гнездопригодных местообитаний.

Зачастую природоохранные стратегии, направленные на сохранение редких, исчезающих и сокращающихся видов, основываются на законодательных актах о придании охранного статуса относительно нетронутым техногенной деятельностью природным ландшафтам. В условиях Российской Федерации это – заповедники, тогда как в зарубежных странах это – национальные парки и природные резерваты. В то время как выделение подобного рода территорий важно для сохранения природных экосистем в целом, их охранный статус не является гарантом восстановления численности видов птиц с негативной популяционной динамикой [1]. Причины этого явления могут быть в свете концепции метапопуляций, суть которой состоит в том, что природные ландшафты нередко фрагментированы таким образом, что местообитания, наилучшим образом подходящие для процветания определенного вида, чередуются с местообитаниями, малопригодными для того же вида. При этом региональная популяция состоит из локальных популяций, постоянно обменивающихся особями по стохастическому принципу [2]. Стохастичность этого явления может привести к вымиранию локальных популяций в отдельных парцеллах ландшафта независимо от качества местообитания и проводимых природоохранных мер. Таким образом, природоохранные стратегии, основанные исключительно на охране наилучших нетронутых местообитаний, абсолютно несостоятельны.

В то же время, согласно теории, описывающей динамику региональных популяций по принципу «источников и раковин» (*source-sink dynamics*) [3], такая метапопуляционная динамика может вызвать перенасыщение благоприятных участков местообитаний размножающимися особями и сделать эти участки источниками излишка особей для заселения близлежащих местообитаний худшего качества, называемых раковинами. В этом экологическом сценарии охрана менее качественных участков ландшафта

должна быть включена в общую стратегию охраны вида для обеспечения поддержания численности его популяций на уровне, предотвращающем его вымирание. Таким образом, логически становится возможным сценарий, при котором необходимо охранять участки местообитаний, вообще не занятые в данный момент времени особями охраняемых видов, но на которые эти особи могут впоследствии расселиться в результате динамики своих популяций по типу «источников и раковин».

Семантические нюансы рассматриваемой концепции требуют пояснения. Источниками и раковинами могут быть названы как отдельные популяции, так и участки местообитаний, занимаемые ими:

- Так, «нетронутая» парцелла какого-либо местообитания часто является «источником» излишка особей эффективно размножающейся популяции. При этом ее называют парцеллой-источником и населена она популяцией-источником.
- В некоторых же случаях, успех размножения популяции в такой «нетронутой» парцелле может быть низок ввиду разнообразия и обилия хищников. При этом и парцелла, и популяция, ее населяющая, будут называться раковинами.
- По аналогии с вышеуказанными примерами, не всякая антропогенно-видоизмененная парцелла является раковиной, населенной популяцией-раковиной с низкой годовой продуктивностью. В случае отсутствия «профильных» хищников в такой парцелле, популяция может оказаться источником, что придаст статус источника и самой парцелле.

Очевидно, что в свете вышесказанного, ключевым моментом в обосновании выбора размеров и конфигураций особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является определение популяционного статуса изучаемого вида, т.к. характер местообитания не всегда позволяет нам судить, представляет ли собой данная популяция источник или раковину. Для такого рода исследований очень важна адекватная оценка годовой продуктивности птиц.

Авторы многочисленных опубликованных работ неправомерно использовали гнездовой успех в качестве суррогата продуктивности [4]. Некоторые виды воробьиных птиц в норме осуществляют несколько гнездовых циклов за сезон размножения, в то время как другие гнездятся обычно лишь один раз. При этом было отмечено, что некоторые популяции моноцикличных видов у южных границ гнездового ареала осуществляют второе размножение. Второе размножение после успешного первого выводка и повторное размножение после неуспешного гнездования проигнорированы большинством опубликованных работ, хотя они и могут обусловливать до 40% годовой продуктивности птиц [5]. Следовательно, оценка годовой продуктивности и скорости популяционного роста могут быть занижены, если демографические модели проигнорируют вышеуказанные параметры.

В целях корректного оценивания популяционных трендов голарктических видов певчих птиц, характеризующихся сезонностью размножения и ограниченностью количества репродуктивных циклов за сезон, я разработал вероятностную модель среднегодовой скорости роста их популяций, взяв за основу опубликованную базовую модель среднегодовой скорости популяционного роста [3]:

$$\lambda = P_a + P_j F \quad (1),$$

где P_A и P_j представляют, соответственно, среднегодовую выживаемость (т.е. выживаемость к началу следующего репродуктивного периода) взрослых и вновь произведенных молодых самок, а F – это среднегодовая продуктивность, т.е. количество молодых самок, произведенных за год среднестатистической размножающейся взрослой самкой в популяции. При этом $\lambda = 1$ для равновесных популяций (т.е. популяций, численность которых остаётся примерно на одном и том же уровне из года в год), в то время как $\lambda > 1$ характеризует популяции–источники излишка особей, расселяющихся в местообитания–раковины, для которых характерна $\lambda < 1$ [3].

Для построения простейшей модели среднегодовой скорости популяционного роста необходимо сделать четыре допущения:

1) стопроцентное участие взрослых самок популяции в размножении,
2) равное соотношение полов в потомстве,
3) моноцикличное размножение (означающее, что после успешного гнездования самки более не размножаются в течение данного репродуктивного сезона),
4) отсутствие повторных гнездовых циклов взамен неуспешных.

Тогда среднегодовая продуктивность популяции может быть описана выражением:

$$F = \frac{1}{2} p_s B \qquad (2),$$

где B – это средний размер успешного (т.е. вылетевшего из гнезда) выводка, а p_s – это успех размножения. При этом модель среднегодовой скорости популяционного роста примет вид:

$$\lambda = P_A + P_j \frac{1}{2} p_s B \qquad (3)$$

Необходимо отметить, что оценка успеха размножения по доле погибших гнезд от общего числа гнезд под наблюдением, часто встречающаяся в научных публикациях, в корне неверна [4]. Рассмотрим гипотетический пример, когда средняя продолжительность времени от откладки первого яйца до вылета птенцов составляет в данной популяции 30 дней. Одно из найденных гнезд обнаружено с одним яйцом, в то время как другое содержит птенцов, которым осталось развиваться 3 дня до успешного вылета. Совершенно очевидно, что шансы обоих гнезд оказаться успешными неодинаковы, так как первое должно просуществовать 29 дней, чтобы быть успешным, а второе – всего лишь 3 дня. Именно поэтому было предложено стандартизировать такие «неравные» гнезда посредством расчета среднестатистической ежедневной вероятности выживания гнезд в популяции с последующим возведением этой вероятности в степень, соответствующей количеству дней существования успешного гнезда с содержимым (т.е. промежутку времени от дня откладки первого яйца до дня успешного вылета птенцов из гнезда) [6].

Таким образом, успех размножения (p_s) должен оцениваться на основе определения пяти показателей:

1. общего количества гнезд, наблюдаемых до момента гибели либо успешного вылета птенцов,
2. количества погибших гнезд (независимо от причин их гибели),
3. кумулятивного количества дней наблюдения за всеми гнездами (успешными и неуспешными),

4. средней ежедневной выживаемости гнезд в популяции, рассчитываемой по трем предыдущим параметрам,

5. средней продолжительности периода риска гибели гнезд для данной популяции (среднего промежутка времени от дня откладки первого яйца до дня вылета успешного выводка).

Модель, описываемая уравнением (3), не согласуется с многочисленными полевыми исследованиями, подтвердившими, что для голарктических певчих птиц не существует абсолютной моноцикличности или полицикличности размножения [7]. Определенная доля самок каждого моноцикличного вида птиц у южных границ его ареала предпринимает попытку второго размножения после первого успешного. Такая доля может быть выражена в виде вероятности второго размножения p_d. Иными словами, для видов, в норме осуществляющих одно успешное размножение за сезон, p_d никогда не равна 0. Аналогично, для каждого бицикличного вида певчих птиц (т.е. осуществляющего в норме два гнездования за сезон) p_d никогда не равна 1. Если мы проигнорируем этот параметр в первом случае, то мы недооценим среднегодовую продуктивность популяции, тогда как во втором случае переоценим её [8].

Кроме того, нельзя игнорировать и еще один параметр, который должен быть включен в уравнение расчета среднегодовой продуктивности популяции: это – доля самок, предпринимающих попытку компенсировать неуспех первого размножения повторным гнездованием. Этот показатель может быть выражен в виде вероятности повторного размножения (взамен неуспешного) p_r. Аналогично p_d, p_r никогда не равен 0 или 1. Игнорирование этого параметра приведет к заниженным оценкам среднегодовой продуктивности, а приравнивание его к единице приведет к завышенным оценкам.

Таким образом, предлагаемые мной вероятностные модели среднегодовой продуктивности и среднегодовой скорости популяционного роста основываются на нижеследующей логике. В популяции имеется p_s успешных и $(1-p_s)$ неуспешных первых гнезд. В то время как $(p_s[1-p_d])$ успешных самок прекратят размножаться, $p_s p_d$ успешных самок приступят ко второму гнездованию, и для $p_s^2 p_d$ из них второе гнездование будет успешным. Самки, неуспешные в своем первом гнездовании, осуществят повторное гнездование с вероятностью p_r . При этом самки, успешные в повторном гнездовании после неуспешной первой попытки, $p_s(1-p_s)p_r$, приступят ко второму размножению с вероятностью p_d и произведут $p_s^2(1-p_s)p_r p_d B$ потомков. Самки, осуществившие второе размножение, перестанут размножаться независимо от того, закончится ли оно успешно или же нет. В результате базовая модель среднегодовой скорости роста популяции (3), дополненная переменными p_s и p_d, может быть описана следующим уравнением:

$$\lambda = P_A + P_j \frac{1}{2}\left[p_s B + p_s(1-p_s)p_\gamma B + p_s p_d p_s B + p_s p_d p_s(1-p_s)p_\gamma B\right] \qquad (4)$$

После окончательных алгебраических преобразований предлагаемая мной модель расчета среднегодовой скорости популяционного роста для голарктических популяций певчих птиц примет следующий вид:

$$\lambda = P_A + P_j \frac{1}{2} p_s B\left[1 + p_\gamma - p_s p_\gamma + p_s p_d + p_s p_d(1-p_s)p_\gamma\right] \qquad (5)$$

Во избежание дальнейшего усложнения, моя модель также предполагает некоторые допущения:

1. закрытую популяцию (т.е. отсутствие иммиграции и эмиграции особей),
2. равное соотношение полов,
3. статистическую независимость P_A от переменных p_s, p_r and p_d,
4. гомогенность размера успешного выводка B (т.е. постоянство размера успешного выводка независимо от того, идет ли речь о первом гнездовании, повторном гнездовании или же втором гнездовании).

Использование предлагаемой мной модели для расчета среднегодовой скорости популяционного роста голарктических видов певчих птиц значительно повысит точность прогнозов их популяционной динамики при разработке стратегий их охраны. При этом окончательное решение о размерах и конфигурации вновь создаваемых ООПТ для охраны определенных видов птиц должно зависеть от конкретного рассчитанного популяционного статуса «профильных» видов в каждой парцелле ландшафтной мозаики предполагаемой для отчуждения из хозяйственного использования территории.

Список литературы

1. *Подольский. А.Л. Организация охраняемых природных территорий на основе моделирования популяционной динамики редких видов // В.И. Вернадский и глобальные проблемы современной цивилизации: Международная конференция (Украина, Симферополь, 23-25 апреля 2013 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2013. С. 70.*
2. *Hanski I. Metapopulation Ecology. New York: Oxford University Press, 1999. – 328 pp.*
3. *Pulliam H.R. Sources, sinks, and population regulation // American Naturalist, Vol. 132, 1988. P. 652–661.*
4. *Thompson B.C., Knadle G.E., Brubaker D.L., Brubaker K.S. Nest success is not an adequate comparative estimate of avian reproduction // Journal of Field Ornithology, Vol. 72, 2001, P. 527–536.*
5. *Murray B.G., JR. Measuring annual reproductive success, with comments on the evolution of reproductive behavior // Auk, Vol. 108, 1991. P. 942–952.*
6. *Mayfield H.F. Suggestions for calculating nest success // Wilson Bulletin, Vol. 87, 1975. P. 456–466.*
7. *Van Horn M.A., Donovan T.M. Ovenbird* (Seiurus aurocapillus) / *Birds of North America, A. Poole and F. Gill, (eds.), No. 88. Academy of Natural Sciences, Philadelphia, and American Ornithologists' Union, Washington, D.C., 1994.*
8. *Podolsky A.L., Simons T.R., Collazo J.A. Modeling population growth of the Ovenbird (Seiurus aurocapilla) in the Southern Appalachians // Auk, Vol. 124, 2007. P. 1359–1372.*

УДК 574.583 (470.344)

ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ПРУДОВ С РАЗНЫМ АНТРОПОГЕННЫМ ВЛИЯНИЕМ (ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

© ***В.А. Бурдова,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

THE DINAMICS OF ZOOPLANKTON COMMUNITIES OF PONDS WITH DIFFERENT MAN'S IMPACT (PENZA REGION)

© ***V.A. Burdova****, Penza State University (Penza, Russia)*

Представлены результаты исследований зоопланктонных сообществ Арбековского и Сытинского прудов с разным антропогенным воздействием. Обсуждаются особенности структурных параметров сообществ зоопланктона, а также их индикаторная роль. По параметрам таксономической структуры с учетом индикаторных видов (коэффициент трофии Е) воды городского пруда «Арбековский» оцениваются как «грязные», а деревенского «Сытинский» – «умеренно-загрязненные»

Ключевые слова: зоопланктонные сообщества, пруды, структурные параметры, индикация, качество воды.

The article presents the results of studies zooplankton communities of ponds with different man's impact (Arbekovskiy and Sitinskiy ponds). We discuss the peculiarities of the structural parameters of the zooplankton communities and their role as bioinidicators. The parameters of the taxonomic structure of indicator species (trophic coefficient E) show that waters city's pond «Arbekovskiy» is assessed as «polluted» and village's pond «Sitinskiy» is «moderately polluted».

Key words: zooplankton communities, ponds, structural parameters, indication, quality of water.

E-mail: Viktoriya0606@mail.ru

Наиболее существенным системным показателем изменения состояния пресноводных экосистем под воздействием антропогенного фактора является перестройка структуры сообществ водных организмов, специфика которой характеризуется в первую очередь определенным соотношением числа видов и общей плотности, биомассы. Исследованию структурных параметров зоопланктоценозов прудов в Пензенской области в последние годы посвящен ряд работ [2, 10 и др.]. Особенное внимание уделяется водоемам, которые используются жителями города, как места для отдыха людей и других практических нужд, например, в рыбоводном хозяйстве.

Цель настоящей работы – изучить в течение вегетационного сезона структуру зоопланктонных сообществ городского «Арбековский», и сельского «Сытинкий» (Лунинский р-н) прудов и определить их санитарное состояние.

Арбековский пруд расположен в микрорайоне Арбеково г. Пензы. Правый берег пруда – пологий, вдоль него растут посаженные тополя. Левый берег пруда круче. Плотина соединяет крутой и пологий берега. На левом берегу находится городской пляж. За сезон здесь отдыхает много людей. К сожалению, это место не является образцовым для отдыха. На мелководных участках многочисленны заросли рогоза и тростника. Фитомасса макрофитов, отмирая в зимний период, остается в водоеме и вносит дополнительное органическое вещество, вызывая его эвтрофирование. Берега также загрязнены антропогенным мусором. Летом, когда повышается температура, накопившаяся органика активно разлагается и пруд цветет.

В качестве контрольного, с меньшим антропогенным влиянием, выбран Сытинский пруд, который располагается между селами Тоузаково и Сытинка, в четырех км северо-восточнее с. Сытинки (Лунинский р-он). В данный пруд

впадет ручей, который является притоком реки Ломовка. Вдоль берега произрастают ивы. На мелководье растет осока, рогоз, а на берегу крапива, пырей, овсянка, на поверхности воды – местами ряска. В пруду отмечено небольшое содержание детрита.

Пробы зоопланктона отбирали на трех станциях у берега (глубина до 50 см) в течение летних месяцев 2012 г. путем процеживания 10 л поверхностной воды через сеть Апштейна. Измеряли температуру воды, которая в июне была ниже, а в июле выше на 2°С в Сытинском пруду, чем в Арбековском. Организмы зоопланктона идентифицировали до вида [7, 9]. Всего обработано 18 проб. Число особей каждого вида животных подсчитывали в камере Богорова. В ходе анализа определяли структурные показатели сообщества: видовое богатство (S), плотность (N) тыс. экз./м^3, биомассу (B) г/м^3, доминирующие виды, относительное обилие таксономических групп, а также индекс Шеннона-Уивера, рассчитанный по численности и биомассе (HN и HB) [3, 5, 8]. Проанализировали объекты и способ питания, передвижение доминантных видов [4, 11]. Сходство сообществ зоопланктона оценивали с использованием индексов Раупа-Крика и Брау-Куртиса по плотности. Для определения трофического состояния прудов и качества воды рассчитывали коэффициент трофии (E), индекс сапробности по Пантле и Букк в модификации Сладечека [6, 12]. Все полученные параметры обрабатывали с помощью программ MS Excel 2002 и Past 2.15.

За период исследования в Арбековском пруду обнаружено 54 вида: коловраток – 42, ветвистоусых – 7 и веслоногих – 5 (из них только в этом пруду – 23, 3, 3), в Сытинском – 49: коловраток – 30, ветвистоусых – 13, веслоногих – 6 (из них только в этом пруду – 11, 9, 4).

В обоих прудах обитают 25 видов: *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883), *B. quadridentatus* (Harmann, 1783), *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *Keratella cochlearis tecta* (Gosse, 1851), *K. quadrata* (Müller, 1786), *Lecane (s.str.) luna* (Müller, 1776), *L. (M.) closterocerca* (Schmarda, 1859), *L. (M.) lunaris* (Ehrenberg, 1832), *Mytilina ventralis* (Ehrenberg, 1832), *Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1952), *P. major* (Burckhardt, 1900), *Rotaria tardigrada* (Ehrenberg, 1834), *Testudinella patina* (Hermann, 1783), *Trichocerca (D.) brachyura* (Gosse, 1851), *T. (s.str.) pusilla* (Lauterborn, 1898), *T. (D.) similis* (Wierzejski, 1893), *T. (D.) tenuior* (Gosse, 1886), *Trichotria pocillum* (Müller, 1776), *Bosmina longirostris* (Müller, 1785), *Ceriodaphnia pulchella* (Sars, 1862), *Chydorus sphaericus* (Müller, 1785), *Scapholeberis mucronata* (Müller, 1776), *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857).

Почти столько же видов (24) отмечено только в Сытинском – *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Lecane (M.) bulla* (Gosse, 1832), Lepadella sp., *Mytilina mucronata* (Müller, 1773), *M. crassipes* (Lucks, 1912), *Pompholyx sulcata* (Hudson, 1885), *Rotaria rotatoria* (Pallas, 1776), *Synchaeta oblonga (Ehrenberg, 1831), Testudinella bidentata* (Ternetz, 1892), *Trichocerca (s. str.) cylindrica* (Imhof, 1891), *T. (s.str.) rattus* (Müller, 1776), *Alona costata* (Sars, 1862), *A. gutattus* (Sars, 1862), *Alonella exigua* (Lilljeborg, 1853), *Camptocercus rectirostris* (Schoedler, 1862), *Daphnia cucullata* (Sars, 1862), *D. longispina* (Müller, 1785), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848), *Eurycercus lamellatus* (Müller, 1785), *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820), *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863), *Eucyclops speratus* (Lilljeborg, 1901), *Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820), *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) и немного больше (29) в Арбековском – *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851), *Brachionus angularis* (Gosse, 1851), *B. budapestiensis* (Daday, 1885), *B. calyciflorus* (Pallas, 1776), *Cephalodella gibba*

(Ehrenberg, 1832), *Colurella uncinata* (Müller, 1773), *Eudactylota eudactylota* (Gosse, 1836), *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834), *Lecane (s.str.) ludwigii* (Eckstein, 1883), *L. (M.) arcuata* (Bryce, 1891), *L. (M.) hamata* (Stokes, 1896), *L. (M.) quadridentata* (Ehrenberg, 1832), *L. (M.) scutata* (Harring et Myers, 1926), *Lepadella ovalis* (Müller, 1786), *L. patella* (Muller, 1786), *L. (s.str.) rhomboides rhomboides* (Gosse, 1886), *Lophocharis oxysternon* (Gosse, 1851), *L. salpina* (Ehrenberg, 1834), *Platyias quadricornis* (Ehrenberg, 1832), *Proales sordida* (Gosse, 1886), Rotaria sp., *Squatinella rostrum* (Schmarda, 1846), *Synchaeta pectinata* (Ehrenberg, 1832), *Trichotria truncate* (Whitelegge, 1889), *Alona quadrangularis* (Müller, 1785), *Macrotrix hirsuticornis* (Norman and Brady, 1867), *Simocephalus vetulus* (Müller, 1776), *Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1893), *Paracyclops fimbriatus s. lat* (Fischer, 1853), *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853).

В Арбековском пруду самое высокое видовое богатство в июле (45), а к августу уменьшается почти в три раза (18). В Сытинском пруду, наоборот, в июле и августе видовой состав почти постоянен (рис. 1). Богатство видов в Арбековском пруду можно объяснить тем, что он расположен рядом с большим каскадом водоемов, откуда разными путями возможно вселение гидробионтов и их развитие при благоприятной температуре.

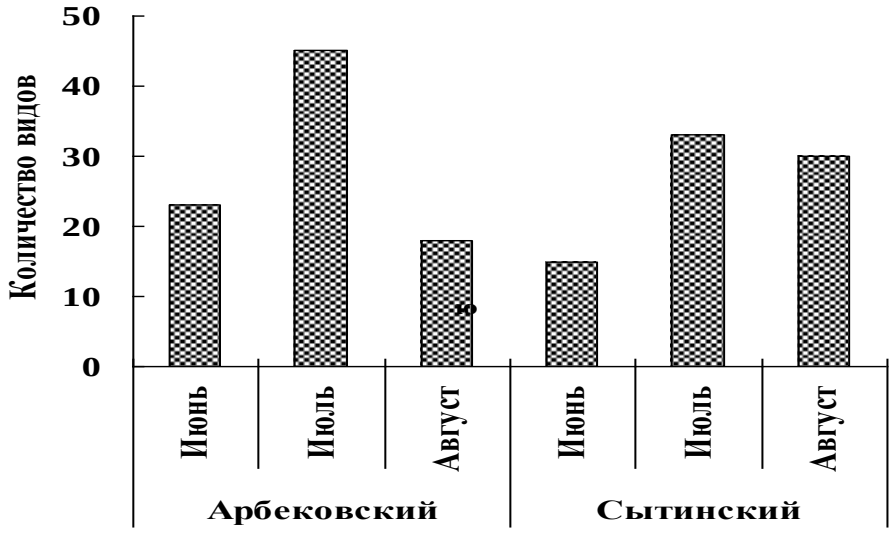


Рисунок 1 – Количество видов зоопланктеров в прудах

В сельском пруду в течение всего лета видовой состав сообщества зоопланктона больше похож на июньский городского (индекс Раупа-Крика). В июле и августе в Арбековском пруду различия увеличиваются. Структурные параметры сообществ зоопланктона двух прудов (индекс Брау-Куртиса) отличаются, при этом в августе в обоих водоемах наблюдаются отличия по сравнению с началом и серединой лета (рис. 2).

В Арбековском пруду по плотности в июне доминируют коловратка *B. calyciflorus*, которая питается бактерио- и фитопланктоном, взвешенным мелкодисперсным детритом, как в толще воды, так и у дна, фитофаг плавающий и ползающий *E. dilatata* и науплиусы. В июле преобладают планктонные фитофилы – *P. sordida* и *E. dilatata*; в августе – планктонный фитофаг *P. dolichoptera*, а также трипто-бактериофаги *K. cochlearis tecta* и *Anuraeopsis fissa*, добывающие пищу в толще воды.

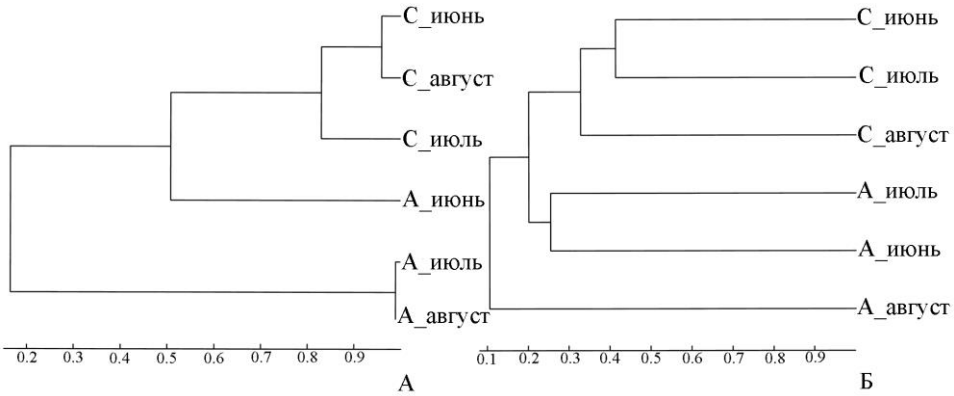


Рисунок 2 – Индексы сходства зоопланктонных сообществ:
А – Раупа-Крика, Б – Брау-Куртиса

В Сытинском пруду в первой половине лета доминируют раки. В июне – ветвистоусый рак, фильтратор *C. pulchella* и два веслоногих рака *M. leuckarti,* хвататель-зоофаг, который питается крупными беспозвоночными животными на подводном субстрате, или рядом с ним и *Eu. gracilis,* фильтратор, альго-, бактерио- и детритофаг в толще воды; в июле – *C. pulchella* и науплиусы; в августе – коловратки: трипто-бактериофаг *K. cochlearis*, ведущий плавающий образ жизни и питающийся взвешенными частицами, фитофаг *T. cylindrica,* который плавает, ползает и науплии (рис. 3). По биомассе в Арбековском пруду во все месяцы присутствуют доминанты, которые питаются в толще воды и на дне, что свидетельствует о накоплении органики там уже в начале лета. В июне значительную долю биомассы в сообществе составляют ветвистоусый рак S. *mucronata*, фильтратор, прикрепляющийся к поверхностной пленке и веслоногий рак собиратель-полифаг *E. serrulatus*; в июле – *S. mucronata* и коловратка Rotaria sp.; в августе – коловратки *P. dolichoptera,* фитофаг *S. pectinata* и Rotaria sp. В Сытинском пруду весь период преобладают раки: в июне – фильтратор *C. pulchella, S. mucronata, M. leuckarti* и фильтратор *Eu. gracilis*; в июле – *C. pulchella*; в августе – *S. mucronata* и *D. longispina.*

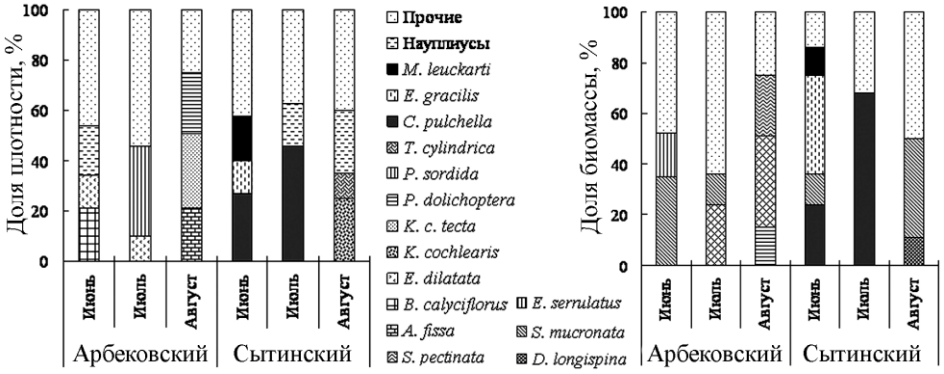


Рисунок 3 – Доминирующие виды зоопланктонного сообщества в двух прудах

Анализ таксономической структуры сообществ по плотности и биомассе показывает, что в Арбековском пруду доля коловраток выше и возрастает к концу лета, что свидетельствует о загрязненности водоема (рис. 4). В

Сытинском пруду в течение всего вегетационного сезона преобладают раки. При этом в июне значительная доля веслоногих раков, как по численности, так и биомассе, что свидетельствует о низком трофическом уровне водоема. В июне и августе по плотности возрастает доля коловраток, что свидетельствует о повышении трофического уровня и сапробности водоема [1].

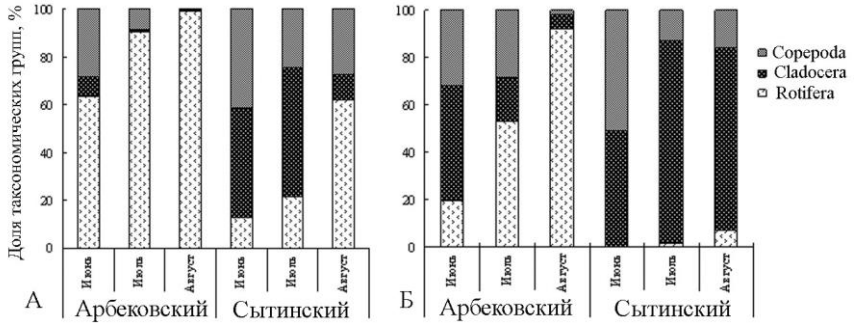


Рисунок 4 – Таксономическая структура сообщества зоопланктона в прудах: А – по плотности, Б – по биомассе

Благодаря богатому видовому составу коловраток, значения плотности в Арбековском пруду достигают максимальных отметок в июле (735 тыс. экз./м^3) и августе (592 тыс. экз./м^3). В Сытинском пруду также наблюдается повышение плотности во второй половине лета (409 и 391 тыс. экз./м^3). В то же время, из-за высокой доли мелких коловраток в зоопланктонном сообществе его биомасса в Арбековском пруду значительно ниже по сравнению с Сытинским, например – в июле 1642 г/м^3 и 8261 г/м^3, соответственно.

Согласно индексам разнообразия Шеннона и сапробности Пантле и Букк вода Арбековского пруда в июле характеризуется как «чистая» (табл.1). И только, коэффициент трофии, который учитывает как индикаторные свойства зоопланктеров, так и структурные параметры сообщества, показывает на полисапробные условия во все летние месяцы, и качество воды «грязные». В Сытинском пруду на протяжении всего вегетационного сезона по индексу Шеннона (HN) и коэффициенту трофии воды со средним содержанием органического вещества – «умеренно загрязненные».

Таблица 1– Гидробиологические показатели* летом в двух прудах

Пруд	Месяцы	HN	HB	S	E	Класс качества воды	Качество воды
Арбековский	Июнь	**2,54**	**2,13**	**1,73**	1,91	V	Грязные
	Июль	2,64	2,73	1,49	1,8	V	Грязные
	Август	1,92	1,81	1,39	3,04	V	Грязные
Сытинский	Июнь	**2,22**	1,72	1,45	**0,39**	III	Умеренно загрязненные
	Июль	**2,19**	1,4	1,46	**0,47**	III	Умеренно загрязненные
	Август	**2,40**	**2,16**	1,46	**0,96**	III	Умеренно загрязненные

*Показатели: HN – индекс Шеннона по численности; HB – индекс Шеннона по биомассе; S – индекс сапробности Пантле и Букк; E – коэффициент трофии.

Значения, выделенные полужирным цветом, соответствуют мезотрофному трофическому типу, серым цветом – эвтрофному и без выделения – олиготрофному.

Таким образом, в городском пруду состав зоопланктеров выше, а в июле в нем появляется много недолго существующих видов, которые попадают из рядом расположенных водоемов. Возможно, такое расселение многих видов коловраток повлияло на высокие значения индекса разнообразия Шеннона, а, следовательно, невозможности его использования для оценки трофического типа водоема и его сапробности. Низкие же значения индексов Шеннона в Сытинском пруду в июне и июле, обусловлены высокими значениями биомассы рачков – олигосапробного *Eu. gracilis* и олиго-бетамезапробной *C. pulchella*. По параметрам таксономической структуры с учетом индикаторных видов (коэффициент трофии Е) воды городского пруда «Арбековский» оцениваются как «грязные», а деревенского «Сытинский» – «умеренно-загрязненные».

Список литературы

1. *Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. – СПб.: Наука, 1996. – 198 с.*
2. *Бурдова В.А., Стойко Т.Г. Оценка состояния прудов с использованием структурных параметров сообществ зоопланктона // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование. – М.: ООО «Буки Веди», 2013. – С. 25–32.*
3. *Методы биологического анализа пресных вод. – Л, 1976. – 168 с.*
4. *Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. – М.: Россельхозакадемия, 1998. – 319 с.*
5. *Мордухай–Болтовский Ф.Д. Материалы по среднему весу беспозвоночных бассейна Дона // Тр. проблемного и тематического совещания. – М.–Л.: Изд–во АН СССР, – 1954. – Вып. 2. – С.223–241.*
6. *Мяэметс А.Х. Качественный состав пелагического зоопланктона как показатель трофности озера // По изучению водоемов Прибалтики и Белоруссии, – 1979. – С. 12–15.*
7. *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зоопланктон. – М.–СПб: Товарищество научных изданий КМК, – 2010. – Т. 1. – 495 с.*
8. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 139 с.*
9. *Стойко Т.Г., Мазей Ю.А. Планктонные коловратки Пензенских водоемов. – Пенза: Изд–во ПГПУ, 2006. – 134 с.*
10. *Стойко Т.Г., Мазей Ю.А. Зоопланктонные сообщества прудов правобережья Среднего Поволжья: видовая структура и пространственно-временные масштабы // Наук. зап. Терноп. нац. пед.ун-ту. Сер. биол., – 2010. – № 2 (43). – С. 472–475.*
11. *Чуйков Ю.С. Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotatoria). – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. – 196 с.*
12. *Sladecek V. System of water quality from biologicol point of view // Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol. – 1973. № 7. – 218 p.*

УДК 551.465.53:551.513<321>(265.72)

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРИБРЕЖНЫХ ВЬЕТНАМСКИХ ВОД ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЮЖНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ ЮЖНО-КИТАЙСКОГО МОРЯ В ПЕРЕХОДНЫЙ ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД[2]

*© **Г.А Власова,** ФГБУН, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН (Владивосток, Россия)*

HYDRODYNAMIC REGIME OF THE VIETNAMESE COASTAL WATERS UNDER THE INFLUENCE OF THE SOUTHERN TROPICAL CYCLONES IN THE SOUTH CHINA SEA IN TRANSITIONAL SPRING PERIOD

*© **G.A. Vlasova,** FSBIS, Pacific Oceanological Institute after V.I. Ilichov, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences (Vladivostok, Russia)*

Показано влияние южных тропических циклонов на сезонный характер Вьетнамского течения в Южно-Китайском море, которое меняет свое направление под воздействием муссонов. Как известно, зимой под воздействием северо-восточного муссона течение двигается с севера на юг, а летом при юго-западном муссоне – в обратную сторону. Весной происходит перестройка гидродинамического режима вод. Исследовалась интегральная циркуляция вод от поверхности до дна. При этом рассматривался тип атмосферных процессов «тропический циклон с траекторией выхода в южную часть моря», который характеризуется небольшой интенсивностью и малой повторяемостью. В качестве примера использовался весенний сезон 1999 г., как показатель перехода от зимнего периода к летнему. В данном случае сформировались две зоны различной модификации вод: сказывалось влияние еще не ушедшего зимнего и уже наступающего летнего муссонов. В результате, Вьетнамское течение в своих северной и южной частях направлено с юга на север (летний режим), а в центральной части сохраняет зимний режим с севера на юг.

Ключевые слова: Южно-Китайское море, Вьетнамское течение, зимний и летний муссоны, тропический циклон, атмосферные процессы, циркуляция вод.

The influence of the southern tropical cyclone at seasonal nature of the Vietnamese current in the South China Sea, which changes its direction under the influence of monsoon, was shown. As you know, in the winter under the influence of the northeast monsoon the current moves from north to south, and in the summer at the south-west monsoon - in the opposite direction. In the spring there is a reorganization of the hydrodynamic regime of waters. It was investigated integrated water circulation from the surface to the bottom. As an example, the spring of 1999 was used, as an indicator of the transition from winter to summer. In this case, the two zones of different modifications of waters formed: the influence has not yet departed of the winter monsoon and already coming of the summer monsoon have affected. As a result, the Vietnamese current in its northern and southern parts directed from south to north (summer), and in the central part it saves of winter regime from north to south.

Key words: the South China Sea, the Vietnamese current, winter and summer monsoons, tropical cyclone, atmospheric processes, water circulation.

E-mail: gavlasova@mail.ru

Вьетнамское или Западное пограничное течение Южно-Китайского моря проходит вдоль восточного берега Индокитая (непосредственно вдоль побережья Вьетнама) (рис. 1). Впервые это течение обнаружил американский ученый Виртке в 1961 г. [22]. Он также установил, что данное течение меняет свое направление под воздействием муссонов: зимой под воздействием северо-восточного муссона течение двигается на юг, летом под воздействием юго-

[2] Данная работа выполнена в рамках российско-вьетнамского соглашения о научном сотрудничестве между ТОИ ДВО РАН и Институтом океанографии Вьетнамской Академии Наук и Технологий от 16.06.2010 (ОМС ДВО РАН № 585) и грантом ДВО РАН № 12-III-А-07-001.

западного муссона оно течет на север. В переходные периоды весной и осенью происходит перестройка гидродинамического режима вод.

Рисунок 1 – а – Карта Южно-Китайского моря, б – Схема экспедиционных исследований на акватории вьетнамских вод за период 21.04. – 5.06.1999 г.

Указанный район является наиболее тайфуноопасным, т. к. траектории циклонов, вторгающихся на юго-восточное побережье Азиатского континента, захватывают прибрежные районы от г.Гонконг (Китай) до г.Фантхьет (Вьетнам). Так, например, за период 1958-1994 гг. на него вышли или воздействовали 217 тропических циклонов [11, 12]. Тропические циклоны, наблюдающиеся в Южно-Китайском море, либо приходят из западной части Тихого океана, либо имеют местное происхождение [7, 24]. Часть из них направляется в сторону Японского и Охотского морей, существенно изменяя региональную атмосферную циркуляцию выносом большого количества энергии на подстилающую поверхность [2, 10]. Именно этим обстоятельством объясняется огромное влияние тайфунов, выходящих из Южно-Китайского моря, на погодные и климатические условия азиатско-тихоокеанского региона. Все это определяет необходимость исследования местных гидродинамических и синоптических процессов, как явлений трансрегионального масштаба. В целом гидродинамика исследуемого бассейна изучена недостаточно [4], вследствие чего требуется ее дальнейшее всестороннее исследование.

Целью настоящей статьи является исследование циркуляции вод с учетом воздействия южных тропических циклонов в прибрежном районе Вьетнама, ограниченном координатами 11^0-16^0 с.ш. и 108^0 - $112^0$30' в.д. с использованием численного моделирования. Моделирование выполнялось на базе гидродинамической модели, описанной в работах [3, 5, 14 и др.], апробированной при решении аналогичных задач для дальневосточных морей России и представленной в материалах и докладах международных конференций и симпозиумов. Указанная модель позволяет рассчитывать циркуляцию вод по заданным полям приводного ветра и плотности морской воды. А при отсутствии достаточного объема инструментальных данных математическое моделирование приобретает особую актуальность.

В качестве расчетного сезона использовалась весна 1999 г. Указанный год выбран в связи с проведением в этот период крупномасштабной международной экспедиции Рыболовной Ассоциации стран Юго-Восточной Азии и Японии (SEAFDEC, Cruise № 57-3/99) (рис. 1 б). Весенний сезон выбран для расчетов в связи с тем, что он является переходным периодом от зимней циркуляции к летней и поворотной точкой в муссонном механизме.

В качестве исходной информации об атмосферной циркуляции над Южно-Китайским морем была использована типизация синоптических ситуаций в данном регионе на базе суточных приземных синоптических карт погоды Японского Метеорологического Агентства (JMA) для четырех основных синоптических сроков: 00, 06, 12, 18 час. Гринвича за имеющийся период 2000-2008 гг. [15].

В результате были выделены три типа атмосферных процессов, один из которых включает в себя три подтипа, в зависимости от того, в какую часть Южно-Китайского моря выходит тропический циклон [15]. Для оценки гидродинамической ситуации региона в наиболее благоприятных условиях из указанной типизации нами был выбран подтип, который характеризуется небольшой интенсивностью и малой повторяемостью - «тропический циклон с траекторией выхода в южную часть моря (ТЦю)» (рис. 2).

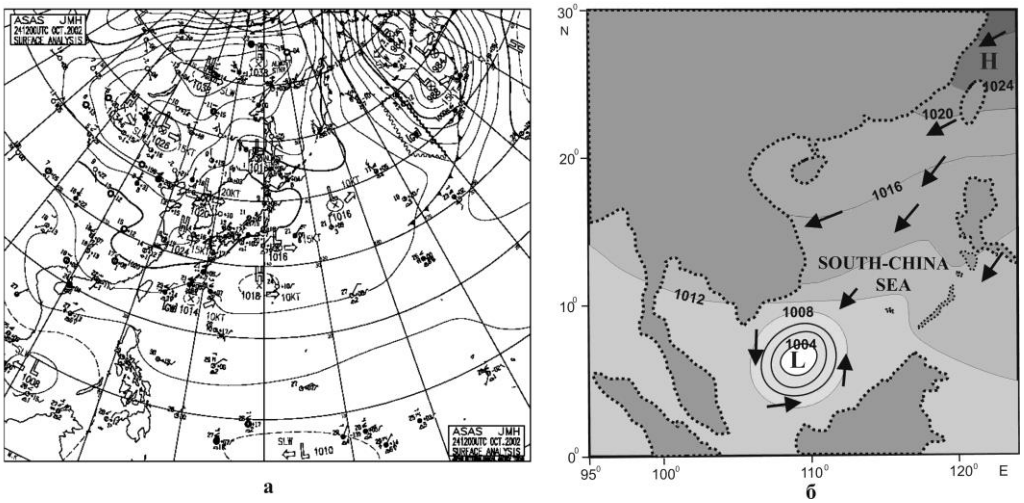


Рисунок 2 – Тип атмосферных процессов «тропический циклон с траекторией выхода в южную часть моря»: а - синоптическая карта (25.10.2002), б - среднемноголетняя карта (2000-2008 гг.)

Максимальная непрерывная продолжительность действия данного подтипа составляет 29 суток и, в основном, приурочено к концу весеннего и началу летнего периода, а суммарная годовая продолжительность этого подтипа составляет min - 0 суток и max - 55 суток.

ТЦю характеризуется выходом тропического циклона через южную часть Филиппинских о-вов или северную часть о-ва Калимантан (Борнео) на южную акваторию Южно-Китайского моря и далее на Индокитай.

Входной информацией для расчетов циркуляции вод послужили:

- данные указанных выше ежедневных синоптических карт приземных полей атмосферного давления Японского Метеорологического агентства за период 2000-2008 гг., соответствующие определенному типу атмосферных

процессов; - данные по температуре и солености Южно-Китайского моря за период 21.04-5.06.1999 г., полученные в экспедиции Рыболовной Ассоциации стран Юго-Восточной Азии и Японии (SEAFDEC, Cruise № 57-3/99) (рис. 1с);

- данные по топографии морского дна из массива топографических данных ETOPO-5 (http://gcmd.nasa.gov).

Для расчетов использовалась равномерная сетка 30′x30′. По результатам расчетов построены карты интегральной циркуляции вод от поверхности до дна для исследуемой акватории. Результаты расчетов характеризуют весенний сезон 1999 г., когда характер циркуляции вод формируется под воздействием атмосферных процессов типа ТЦю (рис. 3).

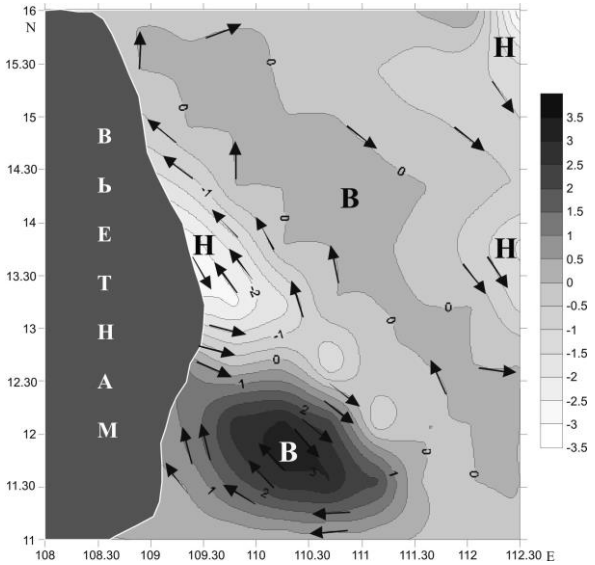


Рисунок 3 – Интегральная циркуляция прибрежных вод Вьетнама от поверхности до дна (Св) за период 21.04 – 5.06.1999 г. (Н – циклон, В-антициклон)

Численные значения циркуляции вод в среднем не превышают ±2.8 Св (max=2.79 Св, min=-1.34 Св), что практически соответствует экспедиционным данным [12, 18, 19, 21, 25].

В соответствии с результатами большинства ранее выполненных исследований [4] рассматриваемый район относится к той части Южно-Китайского моря, где в апреле еще сохраняются течения, обусловленные зимним муссоном. Ослабевает мощность поступающего с севера потока вод на западной периферии акватории, и в мае уже над всей акваторией моря преобладают ветры южного, юго-западного направления и, следовательно, начинается трансформация зимней модификации течений в летнюю, уже характерной для летнего муссона [8, 9,11 - 13, 22, 23 и др.].

Однако выполненные нами расчеты показали, что на исследуемой акватории в этот период наблюдается несколько иная гидродинамическая ситуация: а именно, вдоль побережья Вьетнама формируются смешанные структуры: два антициклона на севере и юге акватории, разделенных между собой циклоном (рис. 3).

Практически вся исследуемая акватория, за исключением ее южной части, где формируется мощный антициклон, диагонально поделена

чередующимися гидродинамическими структурами: циклон, антициклон и снова циклон. В центре региона вдоль побережья Вьетнама наблюдается зимняя модификация Вьетнамского течения с севера на юг. В работах [11, 17] утверждается, что, начиная с горизонта 200 м вплоть до глубины 2000 м, циркуляция вод в Южно-Китайском море представляет собой крупномасштабный циклонический круговорот, и протяженность течения южного направления вдоль берегов Вьетнама составляет 350 миль. В южной и северных частях акватории сохраняется летняя циркуляция вод с юга на север. Зимняя циркуляция вод может быть объяснена не только влиянием рассматриваемого типа барических образований зимней ориентации, который воздействует в большей степени на центр вьетнамского побережья, но и наличием здесь апвеллинга в этот период года. Летняя циркуляция является следствием уже наступающих летних муссонных ветров, что соответствует известным фактам [1, 6, 7, 12, 20, 22 и др.].

Весной 1999г. под воздействием подтипа атмосферных процессов «тропический циклон с траекторией выхода в южную часть моря» циркуляция вод в исследуемом районе имела смешанный характер и определялась крупными гидродинамическими структурами разного знака. Это определило поведение Вьетнамского течения в данный период времени: на севере и юге изучаемой акватории наблюдались антициклоны, разделенных между собой циклоном в центре района. Причем, южный антициклон ярко выражен, что напрямую связано с рассматриваемым подтипом синоптических ситуаций.

Из этого следует, что Вьетнамское течение в центре исследуемого района сохраняло свою зимнюю ориентацию с севера на юг и юго-восток. В северной же и южной частях района Вьетнамское течение имело уже противоположное, летнее направление. Зимняя циркуляция вод может быть объяснена совместным воздействием подтипа барических образований ТЦю и апвеллинга, летняя циркуляция является следствием уже наступающих летних муссонных ветров;

В климатическом аспекте весна 1999 г. была относительно холодной, поскольку в это время не наступила полная летняя модификация Вьетнамского течения.

Список литературы

1. *Атлас поверхностных течений Австрало-Азиатских морей // Л.: Из-во Гидрографического управления Министерства Обороны СССР, 1968. Второе издание.*
2. *Барабашкина А.П., Лескова Е.А. Исследование тайфунов, выходящих на Японское море и Приморский край // Труды ДВНИГМИ. 1968. вып. 3. С. 3-33.*
3. *Васильев А.С., Власова Г.А., Полякова А.М. Программа расчета циркуляции вод на акватории Южно-Китайского моря под влиянием различных типов атмосферных процессов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011615257 от 6.07.2011.*
4. *Власова Г.А., Буи Хонг Лонг, Таранова С.Н., Нгуен Ба Суан, Беляев В.А., Юрасов Г.И., Ле Динх Мау. Состояние изученности Южно-Китайского моря (Vlasova G.A., Bui Hong Long, Taranova S.N., Nguyen Ba Xuan, Belyaev V.A., Yurasov G.I., Le Dinh Mau. Background data on the South China Sea). Владивосток, 2010. 57 с. – Деп. в ТОИ ДВО РАН 29.04.2010. № 98.*
5. *Власова Г.А., Васильев А.С., Шевченко Г.В. Пространственно-временная*

изменчивость структуры и динамики вод Охотского моря // М.: Наука, 2008. 359 с.

6. *Власова Г.А., Полякова А.М., Деменок М.Н. Влияние изменчивости циркуляции поверхностных вод Южно-Китайского моря на Азиатско-Тихоокеанский регион в зимний период // Вестник ДВО РАН. 2011. № 3. С. 104-111.*
7. *Данг К.М. Океанологические условия Южно-Китайского моря // Морской сборник. 1974. № 4. С. 91-93.*
8. *Лоция Южно-Китайского моря // Л.: Изд-во Глав. Упр. Навигации и океанографии МО СССР, 1985, Ч. 1. Вып. 2. № 1427.*
9. *Лоция Южно-Китайского моря // Л.: Изд-во Глав. Упр. Навигации и океанографии МО СССР, 1987. Ч. 2. Вып. 1. № 1428.*
10. *Мамедов Э.С., Павлов Н.И. Тайфуны //Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 137 с.*
11. *Нгуен З.Т. Циркуляция вод Южно-Китайского моря в зимний и летний сезоны: дис. канд. геогр. наук: 25.00.28. Владивосток, 1990. 177 с.*
12. *Нгуен З.Т., Ле Ф.Ч. Результаты исследования течений на южном шельфе Вьетнама // Тез. докл. II Тихоокеанского симпоз. по морским наукам. 1988. Находка. С. 134-135.*
13. *Океанографическая энциклопедия // Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 631 с.*
14. *Полякова А.М., Власова Г.А., Васильев А.С. Влияние атмосферы на подстилающую поверхность и гидродинамические процессы Берингова моря // Владивосток: Дальнаука, 2002. 203 с.*
15. *Полякова А.М. Типизация атмосферных процессов над Южно-Китайским морем // Метеорология и гидрология. 2010. № 5. С. 17-24.*
16. *Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь // Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 508с.*
17. *Chao S.Y., Shaw P.T., Wang J. Deep water ventilation in the South China Sea //Deep Sea Res. 1996. Part 1. Vol. 43. P. 445-466.*
18. *Lobanov Vyacheslav, Nguyen Ba Xuan, Bui Hong Long, Aleksandr Sergeev, Nguyen Kim Vinh, Nguyen Van Tuan, Igor Gorin, Pham Xuan Dương, Pham Sy Hoan, Pavel Shcherbinin, Aleksandr Voronin, To Duy Thai, Nguyen Truong Thanh Hoi and Sergei Simonenko. Water mass structure and dynamic in the coastal area off central southern Vietnam – results of joint Russian - Vietnam surveys // International conference on Bien Dong 2012. Abstract. 2012. Vietnam. Nha Trang. P.59.*
19. *Qinyu Liu, Arata Kaneko and Su Jilan. Recent progress in studies of the South China Sea circulation // J. Oceanogr. 2008. Vol. 64. P. 753-762.*
20. *Uda M., Nakao T. Water masses and currents in the South China Sea and their seasonal change // Proc. of The Kuroshio III. Proc. of the third CSK Symposium. 1973. Thailand. Bangkok. P. 161-188.*
21. *Wang Qingye, Cui Hong, Zhang Shuwen. Water transports through the four main straits around the South China Sea // J. of Oceanogr. And Limnol. 2009. Vol. 27. No. 2. P. 229-236.*
22. *Wyrtki K. Scientific results of marine investigation of the South China Sea and Gulf of Thailand // NAGA Report 2, 1961. 195 p.*
23. *Yuan Y., Liao G., Xu X. Three dimensional diagnostic modeling study of the South China sea circulation before onset of summer monsoon in 1998 // J. Oceanogr. 2007. Vol. 63. N 1. P. 77-100.*

24. *Zhao X., Pang H., Li X., Song P. Abnormal incident analysis of tropical cyclones influencing South China Sea in 1997 // J. Tropic. Oceanogr. 2008. Vol. 27. N 1. P. 11-15.*
25. *Zhou Hui, Yuan Dong liang, Li Ruixiang, He Lei. The western South China Sea currents from measurements by Argo profiling during October to December 2007 // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2010. Vol. 28. N 2. P. 398-406.*

УДК 574.583 (470.344)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК В ВЕРХОВЬЯХ СУРЫ ПО СТРУКТУРНЫМ ПАРАМЕТРАМ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ

© ***Е.А. Митрофанова****, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова (г. Саратов, Россия)*
© ***Т.Г. Стойко****, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

ASSESSMENT OF THE STATE OF SMALL RIVERS IN THE BASIN OF THE SURA USING THE STRUCTURAL PARAMETERS ZOOPLANKTON COMMUNITIES

© ***E.A. Mitrofanova,*** *Saratov State Agrarian University (Saratov, Russia)*
© ***T.G. Stojko,*** *Penza State University (Penza, Russia)*

Представлены результаты трехлетних исследований зоопланктона притоков первого и второго порядка р. Суры – Юловка, Кадада, Уза, Елюзань, Красноярка, Камешкир, Няньга, Верхозимка, Чардым. Обсуждаются особенности структурных параметров сообществ зоопланктона, а также их индикаторная роль. По параметрам таксономической структуры с учетом индикаторных видов (индексы S и E) исследованные реки сохраняют способность к самоочищению и могут быть отнесены ко II и III классам, т.е. «чистым» и «умеренно-загрязненным». Индекс Шеннона указывает на более низкие значения качества вод.

Ключевые слова: зоопланктон, малые реки, структурные параметры, индикация, качество воды.

The article presents the results of three-year studies of zooplankton in the first- and second-order tributaries of the Sura river: Julovka, Kadada, Uza, Jeluzan, Krasnojarka, Kameshkir, Njanga, Verchosim, Chardym. We discuss the peculiarities of the structural parameters of the zooplankton communities and their role as bioinidicators. The parameters of the taxonomic structure of indicator species (indices S and E) show that the studied rivers retain the ability to self-clearing and can be assigned to the II and III grade of water quality, i.e. the «clean» and «moderately polluted». The Shannon's diversity index indicates lower values of water quality.

Key words: zooplankton, small rivers, structural parameters, indication of water quality.

E-mail: mitrofanovaea@rambler.ru, tgstojko@mail.ru

Экологическая роль малых рек значительна. Именно они дренируют большую часть площади водосбора, определяют водность, качество, режим и другие показатели крупных водотоков. Уязвимость малых рек из-за их размеров и низкой способности противостоять влиянию разносторонней хозяйственной деятельности на протяжении многих лет ведёт к качественным и количественным

изменениям водных объектов, в том числе и зоопланктонного сообщества, поэтому оценка их состояния представляет научный и практический интерес.

Исследование структурных параметров сообществ зоопланктона малых рек дает оперативную и достоверную информацию о качестве воды в этих водоемах [3, 8, и др.]. Например, в 2005-2007 гг. изучен зоопланктон 29 рек лесостепной зоны Заволжья, в пределах республики Татарстан [8]. Анализируя структурные показатели зоопланктоценозов, авторы выявили влияние интенсивной антропогенной нагрузки на сообщества гидробионтов водотоков. Двадцать лет назад, изучая видовой состав зоопланктона в верхнем течении р. Суры, была поставлена задача, выяснить влияют ли притоки на качество воды основного водотока [5, 9]. Оказалось, что на участке до Пензенского водохранилища с 1992 по 1995 гг. разнообразие зоопланктонного сообщества после впадения р. Юловки сильно понижается, показывая на ухудшение условий. На территории водосборного бассейна необходимы постоянные исследования состояния гидробионтов. Цель настоящей работы изучить структурные параметры зоопланктонных сообществ в р. Суре и ее притоках до Пензенского водохранилища и оценить качество воды в водосборном бассейне.

В июле 2011–2013 гг. на 10 станциях изучены сообщества зоопланктона в притоках р. Суры: Кадада, Юловка, Уза и в реках 3-го порядка, т.е. притоках притоков: р. Кадада – р. Камешкир (и ее приток Красноярка) и р. Елюзань; р. Уза – реки Чардым, Верхозимка, Няньга (рис. 1). Скорость течения в реках Юловка и Красноярка выше по сравнению с остальными, а температура – ниже.

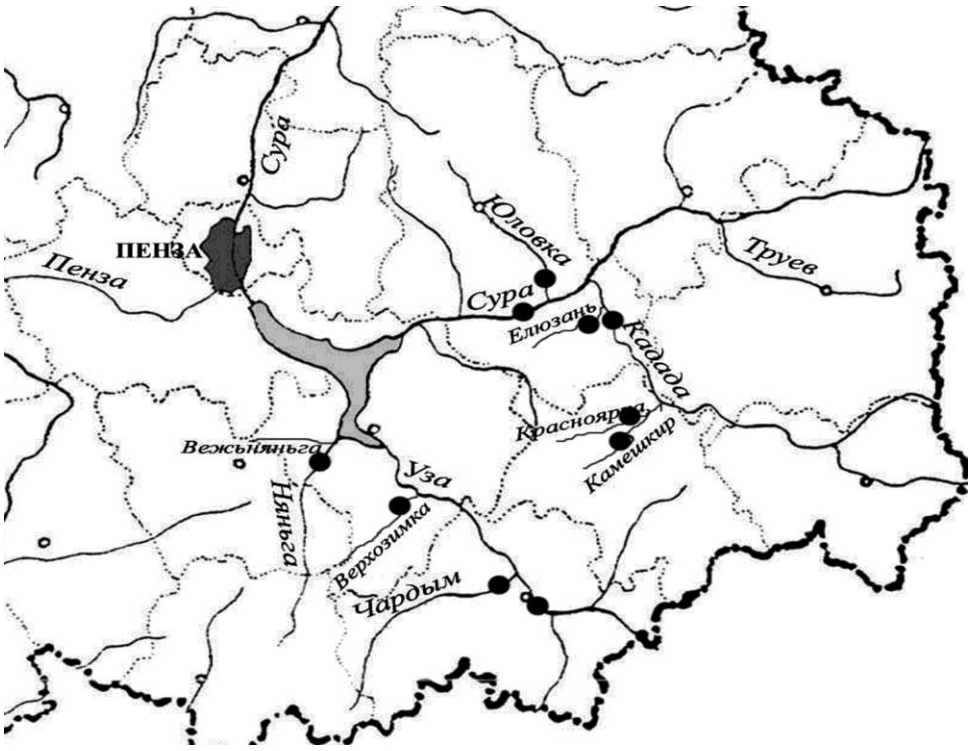


Рисунок 1 – Станции взятия проб зоопланктона

На всех станциях взяты по две пробы. Пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 80 л поверхностной воды через сеть Апштейна в пластмассовые

емкости и фиксировали 4% раствором формалина, этикетировали. В течение всего исследования измеряли температуру воды. Организмы зоопланктона идентифицировали до вида [7, 10]. Всего обработано 60 проб. Число особей каждого вида животных подсчитывали в камере Богорова, просматривая весь взятый объем воды. В ходе анализа определены структурные показатели сообщества: состав и богатство видов (*S*), численность (*N*), тыс. экз./м^3, биомасса (*B*), г/м^3, относительное обилие таксономических групп (%), доминирующие виды, а также индекс Шеннона-Уивера, рассчитанный по численности и биомассе (*HN* и *HB*). Трофические группы животных определены в соответствии с классификацией, разработанной Ю.С. Чуйковым [11]. Трофический тип водоема оценивали также по коэффициенту трофности (*E*) и индексу сапробности по Пантле и Букк в модификации Сладечека [1, 6, 12].

Понятие сапробности, как правило, хорошо соотносится с показателями трофического типа водоема: ксено- и олигосапробные виды являются индикаторами олиготрофных условий, бета- и альфа-мезосапробные – индикаторами эвтрофии [1, 2].

Для выявления сходства сообществ зоопланктона по видовому составу и структуре использован кластерный анализ методом среднего присоединения на основе матриц индексов сходства Раупа-Крика. Все полученные параметры обрабатывали с помощью программ MS Excel 2007 и Past 2.05 .

Согласно А.Н. Липину [4] в зоопланктоне проточных участков рек преобладают коловратки, а среди ракообразных ветвистоусые над веслоногими; в массе встречаются науплиусы как наименее способные пловцы, легко вымываемые из различных биотопов (стариц, затонов, зарослей высших водных растений). За период исследования отмечено 76 видов организмов животного планктона – 41 коловраток, 23 ветвистоусых и 12 веслоногих раков. Из списка 27 зоопланктеров найдено только в Узе и ее притоках, и 12 видов – в Суре, Кададе и ее притоках. 39 видов отмечено только на одной-двух станциях. Среди этих видов есть такие, которые раньше в области вовсе не упоминались, или отмечены редко. Например, хищная *Asplanchna sieboldi* (Leydig, 1854) – космополит, характерен для южных водоемов; *Synchaeta stylata* Wierzejski, 1893 – космополит, в разных водоемах; *Leydigia leydigi* (Schoedler, 1863) – обитатель илистого грунта, *Paracyclops poppei* (Rehberg, 1880) – обычно скрывается в пазухах погруженных частей водных и полуводных растений.

Фоновых видов в сообществах мало. Во все годы в водотоках высокая встречаемость личиночных стадий веслоногих раков и ветвистоусые раки *Ilyocryptus agilis* Kurz, 1878, *Disparalona rostrata* (Koch, 1841). Реже и менее равномерно по годам отмечены следующие виды – *Brachionus quadridentatus* Harmann, 1783, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832, *E. d. lucksiana* Hauer, 1939, Rotaria sp., *Rotaria tardigrada* (Ehrenberg, 1838), *Alona rectangula* Sars, 1861, *Bosmina longirostris* (Müller, 1785), *Ceriodaphnia pulchella* Sars, 1862, *Chydorus sphaericus* (Müller, 1785), *Macrothrix hirsuticornis* Norman et Brady, 1967, Harpactiformes, *Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853).

Доминантный комплекс видов по биомассе в водотоках пестрый. В течение трех лет в середине лета в реках (30 станций) доминировали 23 вида и ювенильные стадии веслоногих раков. Только один вид представлен обильно на 17 станциях – *D. rostrata*, еще семь видов отмечено реже – *Ch. sphaericus* (12), *I. agilis* и *A. rectangula* (9), *C. pulchella*, *P. fimbriatus*, *M. hirsuticornis* (4), *B. longirostris* (3) и копеподы (5). Остальные виды – *Brachionus quadridentatus* Harmann, 1783, *Alona costata* Sars, 1862, *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin, 1848), *Eurycercus lamellatus*

(Müller, 1776), *Leydigia leydigi* (Schoedler, 1863), *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820), *P. uncinatus* Baird, 1850, *Simocephalus exspinosus* (De Geer, 1778), *Cyclops strenuus* Fischer, 1851, *Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1893), *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851), *Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820), *M. distinctus* (Richard, 1887), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) – доминируют на одной-двух станциях.

Анализ видов, составляющих ядро сообществ зоопланктона, т. е. встречающихся чаще, чем на одной или двух станциях, показал, что среди них совсем немного обитающих в толще воды. Большинство зоопланктеров плавают и ползают, прикрепляются к субстрату и кормятся у дна.

Три вида из родов (*Brachionus*, *Euchlanis*, *Rotaria*) и личинки копепод добывают пищу путем вертикации; три из родов (*Bosmina*, *Ceriodaphnia*) – первичные фильтраторы, четыре (*Alona*, *Chydorus*, *Ilyocryptus*, *Disparalona*) – вторичные фильтраторы и два (Harpactiformes, *Paracyclops*) – собиратели пищи. Обилие вертикаторов и вторичных фильтраторов, добывающих пищу с поверхности субстрата, в трофической структуре увеличивается в результате накопления на субстрате органических веществ (Крылов, 2006). Из таксономических групп по численности почти во всех исследованных реках преобладают рачки и только в Кададе (2011 г); Суре и Красноярке (2012 г); Кададе и Елюзане (2013 г) – коловратки (рис. 2).

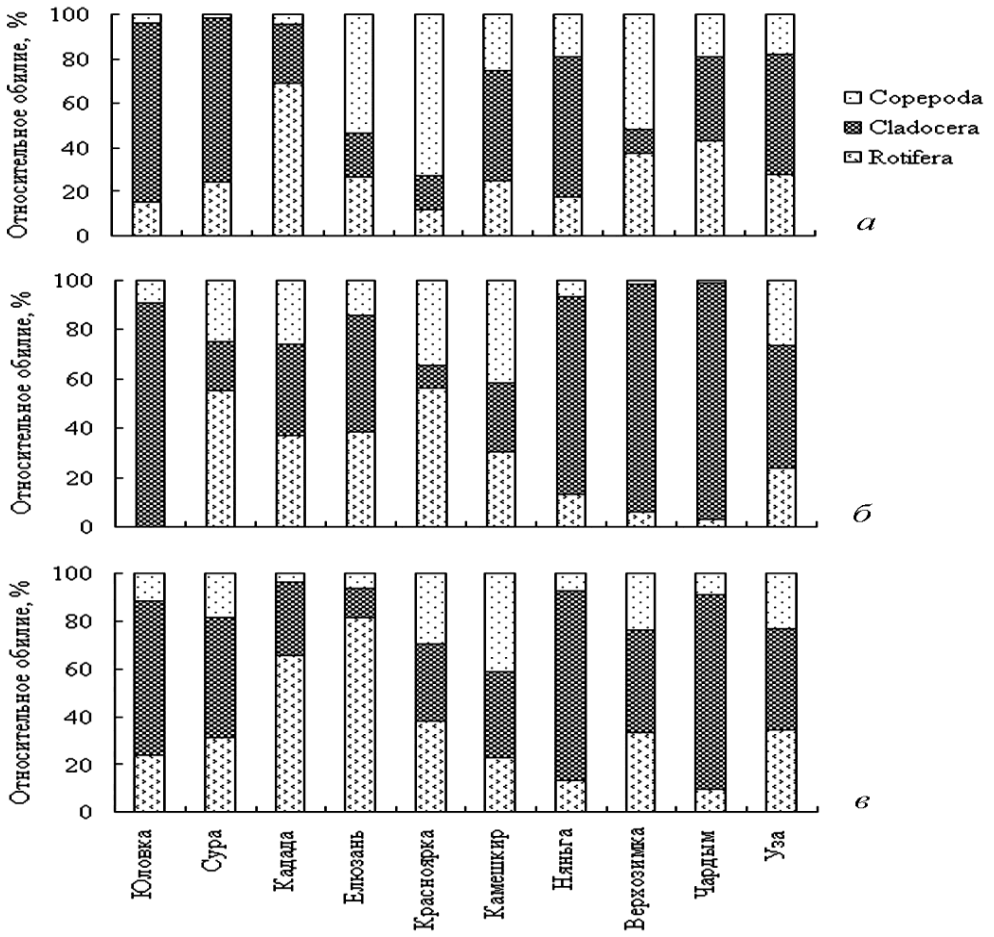


Рисунок 2 – Доля таксономических групп зоопланктонных сообществ (а – 2011 г, б – 2012 г, в – 2013 г)

В 2012 г. доля рачков больше в р. Уза и ее притоках Няньга, Верхозимка, Чардым, что, по-видимому, связано с замедлением течения в этих водотоках в результате подпора воды из водохранилища. Постоянно выше доля раков и в р. Юловка, особенно в два последних года, когда в реке отмечено сокращение видового состава, однако выравненность сообщества высокая (табл. 1).

Таблица 1 – Гидробиологические показатели и температура воды на 10 станциях в три года исследования *

Станции	T°C	*S*	*N*, экз./м^3	*B*, мг/м^3	*J*	*HN*	*HB*	*S* Пантле и Букк	*E*
2011 г.									
Юловка	20	12	1580	31,31	0,47	1,18	1,15	**1,54**	**0,67**
Сура	20	11	42700	590,28	0,56	1,34	**0,76**	**1,52**	**0,80**
Кадада	27	18	5400	55,65	0,56	1,62	1,87	**1,70**	**0,41**
Елюзань	25	11	600	5,21	0,91	**2,17**	2,03	1,44	**0,38**
Красноярка	13	10	1342	12,71	0,76	1,75	1,75	**1,57**	**0,20**
Камешкир	21	9	240	3,90	0,97	**2,14**	1,63	1,50	**0,20**
Няньга	21	19	1360	23,68	0,82	**2,42**	1,98	**1,56**	**0,27**
Верхозимка	18	19	3520	20,53	0,71	**2,11**	1,54	**1,61**	2,76
Чардым	18	13	740	9,13	0,92	**2,36**	1,82	**1,68**	1,00
Уза	19	10	440	6,71	0,9	**2,07**	1,58	1,45	0,14
2012 г.									
Юловка	15	5	214	3,01	0,65	1,05	1,22	1,45	0,00
Сура	20	8	210600	2178,32	0,87	1,81	1,71	1,46	0,19
Кадада	21	10	299	3,81	0,84	1,93	1,84	**1,60**	**0,30**
Елюзань	10	12	372,5	3,14	0,86	**2,14**	1,73	**1,54**	1,00
Красноярка	13	13	10423	43,78	0,7	1,80	**2,18**	1,49	0,07
Камешкир	19	15	533	5,35	0,85	**2,31**	1,94	1,42	**0,75**
Няньга	25	22	4520100	47731,39	0,5	1,54	1,35	**1,58**	1,05
Верхозимка	19	10	534575	5037,63	0,32	**0,73**	**0,55**	**1,71**	1,07
Чардым	15	8	98602	869,57	0,27	**0,55**	**0,21**	**1,62**	**0,60**
Уза	22	15	247	3,66	0,86	**2,33**	**2,18**	**1,53**	**0,25**
2013 г.									
Юловка	12	9	106	1,54	0,93	2,03	1,93	1,48	**0,20**
Сура	20	25	2137	38,56	0,77	**2,49**	1,42	**1,64**	1,50
Кадада	21	19	656	4,46	0,77	**2,27**	**2,22**	**1,57**	**0,82**
Елюзань	17	9	306	1,73	0,48	1,05	1,81	1,31	**0,40**
Красноярка	9	11	275	4,05	0,79	1,89	1,57	1,38	**0,22**
Камешкир	8	12	137	2,10	0,91	**2,26**	2,01	1,28	0,17
Няньга	19	30	9087	215,85	0,64	**2,19**	1,65	1,50	**0,66**
Верхозимка	18	9	131	2,30	0,88	1,93	1,55	1,33	**0,30**
Чардым	14	22	1587	38,25	0,72	**2,22**	1,74	1,44	0,18
Уза	17	15	162	2,70	0,94	**2,56**	**2,17**	**1,63**	**0,95**

* Показатели: T°C – температура воды, *S* – количество видов, *N* – численность, *B* – биомасса, *J* – индекс выравненности Пиелу, *HN* – индекс Шеннона по численности, *HB* – индекс Шеннона по биомассе, *S* Пантле и Букк – индекс сапробности Пантле и Букк, *E* – коэффициент трофии. Значения, выделенные полужирным цветом, соответствуют мезотрофному трофическому типу, серым цветом – эвтрофному и не выделенные – олиготрофному.

В течение трех лет сохраняются пространственные отличия видового состава сообществ зоопланктона водотоков, расположенных выше по течению р. Суры в бассейне р. Кадады и ниже – в бассейне реки Уза. Только на двух станциях из второго бассейна (Верхозимка-13, Уза-11 и Уза-12) видовой состав

зоопланктона оказался в группе характерной для станций расположенных в Суре, Юловке, Кададе и ее притоках. Сообщества зоопланктона этой группы, в основном разделились на две подгруппы, первые расположены в верховьях Кадады, а вторые – ближе к Суре (рис. 3).

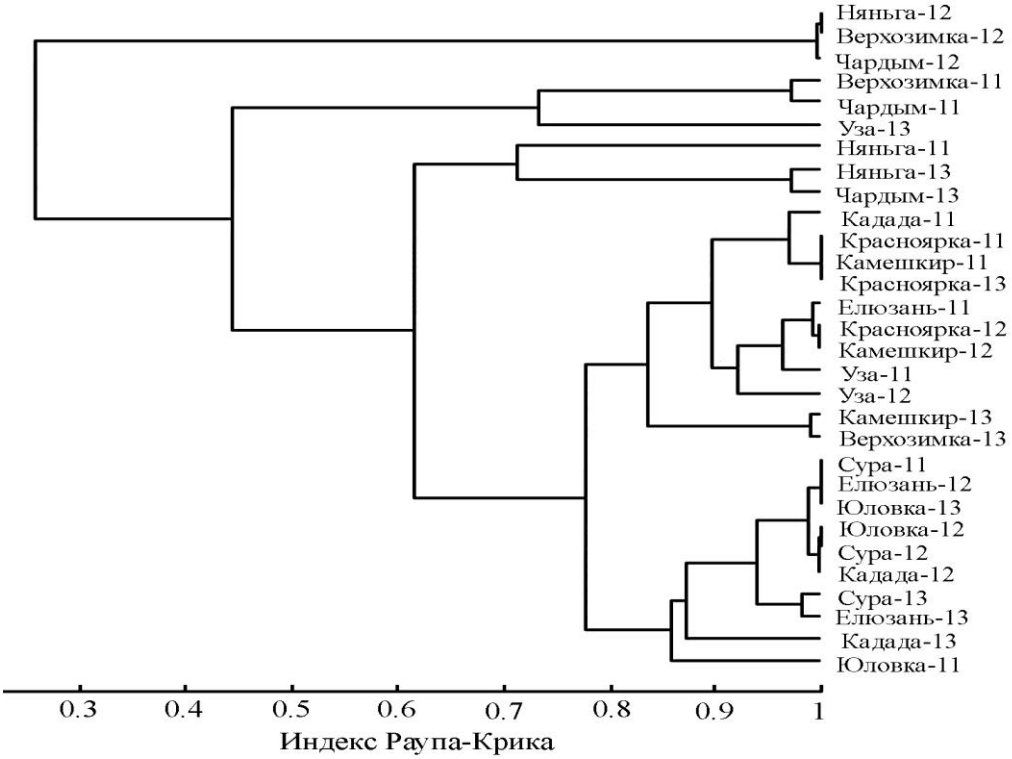


Рисунок 3 – Индекс сходства Раупа-Крика по видовому составу зоопланктонных сообществ в 2011 – 11, 2012 -12 и 2013 – 13 гг.

Подъемы численности и биомассы зоопланктонных сообществ коррелируют с повышением температуры на станциях исследования (табл.). В 2011 г. параметры были выше в Суре, Кададе; в 2012 г. – в Суре, Няньге, Верхозимке, Чардыме и в 2013 г. – в Суре, Няньге и Чардыме. Следовательно, во все годы исследования эти показатели сообществ зоопланктона высокие в р. Суре.

В 2012 г. очень высокая численность и биомасса в притоках р. Узы, выравненность при этом очень низкая, доминирует один вид *Bosmina longirostris*. В 2013 г. численность в Няньге снизилась почти в 500 раз, но она выше, чем на других станциях в бассейне р. Суры, а также здесь обнаружено наибольшее количество видов, однако выравненность и разнообразие ниже, чем в верховьях Узы (станции Уза и Чардым).

Индексы Шеннона по численности и биомассе, которые используются для оценки водотоков, показывают на мезо- и эвтрофное их состояние. Только в Суре (2011 г); Верхозимке и Чардыму (2012 г) по этим параметрам эвтрофность очень высокая (значения ниже 1). По показателям индексов сапробности (*S*) и трофии (*E*), учитывающих индикаторные значения зоопланктеров, а также таксономическую структуру сообществ (индекс *E*), вода в водотоках оценивается менее строго. В 2001 г. на большинстве станций условия мезотрофные и олиготрофные. Только на Верхозимке они эвтрофные. В 2012 г

условия на станциях в бассейне р. Узы трофность выше. В 2013 г. трофность немного понизилась и на многих станциях условия олиготрофные.

По индексу Пантле и Букк почти на всех станциях в 2011 г, в Кададе, Елюзане и в Узе с притоками в 2012 г, а также в Суре, Кададе и Узе в 2013 г воды умеренно-загрязненные (III класс), а на остальных станциях – чистые (I-II класс). Следовательно, в последний год исследования в притоках третьего и четвертого порядка вода стала чище. В то же время, в Суре, Кададе и Узе (притоках второго порядка) – воды умеренно-загрязненныеТаким образом, в середине лета в притоках верховьев р. Суры обитают 76 видов организмов животного планктона – 41 коловраток, 23 ветвистоусых и 12 веслоногих раков. 27 зоопланктеров найдено только в Узе и ее притоках, и 12 видов – в Суре, Кададе и ее притоках. 39 видов отмечено только на одной-двух станциях. Фоновых видов в сообществах мало. Во все годы в водотоках высокая встречаемость личиночных стадий веслоногих раков и ветвистоусые раки *Ilyocryptus agilis, Disparalona rostrata*. Реже и менее равномерно по годам отмечено пять видов коловраток и шесть видов раков.

Анализ видов, составляющих ядро сообществ зоопланктона, т. е. встречающихся чаще, чем на одной или двух станциях и доминирующих в сообществах, показал, что среди них совсем немного обитающих в толще воды. Большинство зоопланктеров плавают и ползают, прикрепляются к субстрату и кормятся у дна, что свидетельствует о накоплении именно здесь органического вещества. В сообществах преимущественно преобладают ракообразные. В течение трех лет сохраняются пространственные отличия видового состава сообществ зоопланктона водотоков, расположенных выше по течению р. Суры в бассейне р. Кадады и ниже – в бассейне реки Узы. Подъемы численности и биомассы зоопланктонных сообществ коррелируют с повышением температуры на станциях исследования, а также, по-видимому, определяются водностью. Приток Узы р. Няньга, в связи с подпором воды из Пензенского водохранилища превратился в полноводную речку, и ее состояние зависит от ситуации в водохранилище. Очень высокие значения численности и биомассы в 2012 г. возможно, связаны с уровнем воды в водохранилище в период исследования.

Санитарное состояние воды в водотоках более строго можно оценить с помощью индекса Шеннона. Его значения показывают на высокую трофность р. Суры и малых рек (V класс, «грязная»). Наиболее стабильные условия в верховьях р. Узы, до впадения в нее ее притоков. По параметрам таксономической структуры с учетом индикаторных видов (индексы S и E) исследованные реки сохраняют способность к самоочищению и могут быть отнесены ко II и III классам, т.е. «чистым» и «умеренно-загрязненным».

Список литературы

1. *Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. – СПб.: Наука, 1996. – 198 с.*
2. *Булгаков Н.Г. Индикация состояния природных экосистем // Успехи современной биологии. – 2002. – Т. 122. – № 2. – С. 120.*
3. *Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. – М.: Наука, 2005. – 263 с.*
4. *Липин А.Н.* Пресные воды и их жизнь. – М.: Учпедгиз, 1959. – 320 с.
5. *Милованова Г.Ф. Экологический мониторинг зоопланктона р. Суры и Сурского водохранилища: дисс. … канд. биол. наук. – М., 2000. – 189 с.*

6. *Мяэметс А.Х. Качественный состав пелагического зоопланктона как показатель трофности озера // Тез. докл. 20-й науч. конф. По изучению водоемов Прибалтики и Белоруссии, – 1979. – С. 12–15.*
7. *Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зоопланктон / Под ред. В.Р.Алексеева, С.Я. Цалолихина. – М.: Товарищество научных изданий КМК, – 2010. – Т.1. – 495 с.*
8. *Подшивалина В.Н., Яковлев В.А. Мониторинг состояния малых и средних рек лесостепного Заволжья по зоопланктону // Вода: химия и экология. – 2012. – № 1. – С. 56–60.*
9. *Стойко Т.Г., Милованова Г.Ф. Зоопланктон и биоиндикация водоемов бассейна р. Суры // Фауна и экология животных. Пенза: ПГПУ им. В.Г. Белинского, – 1997. – Вып. 2. – С. 66–78.*
10. *Стойко Т.Г., Мазей Ю.А. Планктонные коловратки Пензенских водоемов. – Пенза: Изд-во ПГПУ, 2006. – 134.*
11. *Чуйков Ю.С. Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotatoria). – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. – 196 с.*
12. *Sladeček V. System of water quality from biologicol point of view // Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol. 1973. № 7. 218 p.*

УДК 502: 598.2

ЗНАЧЕНИЕ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА МАЛЫХ РЕК В КАЧЕСТВЕ РЕФУГИУМОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ОРНИТОФАУНЫ

© ***Ю. Ю. Лобачев,*** *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*
© ***А.Л. Подольский,*** *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*

SMALL RIVER WATERSHEDS AS REFUGIA FOR REGIONAL AVIFAUNA

© ***Yu.Yu. Lobachev,*** *Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (Saratov, Russia)*
© ***A.L. Podolsk,*** *Yuri Gagarin State Technical University of Saratov (Saratov, Russia)*

Мы исследовали пространственно-временную динамику населения птиц водосборного бассейна р. Чардым. Были проведены зимние, предгнездовые, гнездовые и послегнездовые маршрутные учеты на трансектах общей длиной 143 км в верхнем, среднем и нижнем течении этой малой реки. Всего было выявлено 116 видов птиц (от 32 до 96, в зависимости от сезона). Общая плотность населения орнитоценоза варьировала от 1793 до 3906 ос/км^2. В состав орнитоценоза входил ряд редких и охраняемых видов птиц, что подчеркивает важное значение бассейнов малых рек для сохранения региональной орнитофауны.

Ключевые слова: орнитофауна, пространственно-временная динамика, маршрутные учеты птиц, малые реки.

We investigated spatial and temporal dynamics of bird communities in a small river watershed. Line transects were conducted to ascertain wintering, pre-nesting, breeding and post-breeding avifaunal compositions. The total of 116 species were detected (varying 32 to 96 over different seasons) with combined densities of 1793-3906 birds/km^2. Some rare and endangered species were found, which pointed out an importance of this area as a refugium for the regional avifauna.

Key words: ornithofauna, time-spatial dynamics, the route calculations of birds, small rivers.

Орнитофауна водосборных бассейнов малых рек в Саратовской области недостаточно полно изучена. Особое внимание к экологическим проблемам малых рек в настоящее время вызвано длительным и все возрастающим воздействием антропогенных факторов на их русла, водосборы и фауну. При этом негативное воздействие оказывается в первую очередь на маргинальные участки экосистем [1]. Современные исследователи интразональных экосистем речных долин высказывают предположения об их существенной роли в структуре биогеоценотического покрова планеты, о значении в процессе эволюции органического мира, а также в глобальных биосферных процессах [2;3]. Структура пойменных ландшафтов долин малых рек создает благоприятные условия для обитания здесь многих видов позвоночных животных. Значительная экологическая роль орнитокомплексов в составе экосистем этих территорий вызывает большой интерес исследователей. В то же время, реки низких порядков изучены недостаточно [4; 5]. Степень изученности интразональных экосистем находится в противоречии с той ролью, которую они выполняют в функционировании биосферы Земли.

Непосредственное отношение к изучению экотонных интразональных пойменных местообитаний имели работы по исследованию и охране редких и исчезающих видов птиц в Саратовской области [6;7]. К настоящему времени достаточно полно изучен видовой состав птиц долин некоторых рек Саратовской области, а также экология отдельных видов птиц [8;9;10;11]. При этом изученность структуры и сезонной динамики орнитоценозов речных долин оставляет желать лучшего. Не ясны также многие последствия воздействия антропогенного фактора на состояние популяций редких и охраняемых видов птиц, связанных с пойменными экосистемами, как и на сообщества птиц водосборных бассейнов малых рек в целом.

Для проведения эколого-фаунистического обследования водосборного бассейна р. Чардым в Новобурасском, Воскресенском и Саратовском районах Саратовской области район исследования (пойма р. Чардым и её притоков) был разделен на три сектора от истоков до устья реки, названных «верхнее течение», «среднее течение» и «нижнее течение». В каждом из них были заложены учетные трансекты, протяженность которых варьировала в течение года в зависимости от проходимости. В период снегостава и бездорожья (ноябрь – апрель) она была ниже (2,8 км в верхнем течении; 3,0 км в среднем течении и 2,8 км в нижнем течении), тогда как в мае – августе достигала максимума (4,1 км; 6,5 км и 4,0 км, соответственно).

Трансекты в верхнем течении р. Чардым проходили через пойменные ольшаники, березняки и осинники, а также прилегающие участки клено-дубрав, сосново-лиственничных посадок и открытого пространства. В среднем течении учет проводился в пойменных ольшаниках и полуоткрытых байрачных местообитаниях с крупными ветлами, черными и белыми тополями, а также зарослями лоха, кустарниковых ив и прочих кустарников. В нижнем течении трансекты проходили через пойменный лес из осокоря, ивы, ольхи и осины с густыми куртинами тростника в просветах и на прилегающих участках затапливаемой во время половодья открытой поймы, а также охватывали дубравы с подростом татарского клена в балках и байрачный лес из крупных ветел, осокорей и белого тополя.

Маршрутные учеты птиц с нефиксированной полосой обнаружения были проведены нами со второй половины ноября 2012 г. до середины августа 2013 г. При этом весь цикл учетов был разделен на четыре сезонных

промежутка, соответствующих нижеследующим аспектам видового разнообразия и обилия птиц на протяжении календарного года. Зимний аспект включал учеты, проведенные во второй половине ноября – начале февраля. Для характеристики предгнездового аспекта птицы учитывались в начале марта – начале мая. При этом, для поздно прилетающих видов – таких, как некоторые камышовки (*Acrocephalus sp.*), и видов с растянутыми сроками весеннего пролета – таких, как пеночка-весничка (*Phylloscopus trochilus*) и зеленая пеночка (*Ph. trochiloides*), – предгнездовой аспект их обилия рассчитывался до конца мая. Гнездовой аспект включал учеты со второй декады мая по конец июня. Наконец, послегнездовой аспект был охарактеризован проведением учетов со второй половины июля по середину августа (кроме рано гнездящихся видов – таких, как врановые, скворцы, воробьи, – для которых послегнездовой аспект обилия рассчитывался с середины июня).

Общая протяженность учетов (с учетом повторности на одних и тех же трансектах) составила 143,2 км – в том числе: зимних – 43,8 км; предгнездовых – 26,4 км; гнездовых – 58,4 км и послегнездовых – 14,6 км. При этом обилие птиц было рассчитано в форме плотности (количества особей на км^2). Данные, полученные в ходе исследования орнитофауны водосборного бассейна р. Чардым представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сезонная динамика орнитофауны (особей/км^2) в долине р. Чардым

Группы видов птиц (количество видов)	Зимняя плотность	Пред-гнездовая плотность	Гнездовая плотность	После-гнездовая плотность
Околоводные (17)	11,96	50,50	60,41	144,14
Хищные (13)	3,13	15,76	17,76	51,56
Другие Неворобьиные (17)	42,54	126,91	73,43	162,10
Синицы (4)	340,15	95,00	59,19	1003,11
Вьюрки (9)	1055,77	792,73	236,10	830,57
Другие Воробьиные (56)	339,89	1035,71	1030,83	1714,82
Всего (116)	1793,44	2116,61	1477,72	3906,30

Всего нами было зафиксировано пребывание 116 видов птиц (в том числе 47 видов Неворобьиных): 32 зимующих (18 в верховьях водосборного бассейна, 21 в среднем течении и 17 в низовьях), 47 видов в предгнездовой сезон (соответственно 26, 27 и 25), 96 – в гнездовой период (соответственно 50, 51 и 83) и 72 вида в послегнездовое время (соответственно 42, 31 и 55). Таким образом, пик видового разнообразия был смещен к устью реки в гнездовой и послегнездовой сезоны, а в зимнее и ранневесеннее время наблюдалось равномерное распределение видового разнообразия по всему водосборному бассейну.

Пространственно-временная динамика суммарного обилия птиц была иной. Суммарная плотность сообщества зимующих птиц достигала максимума в верховьях (758 особей/км^2), тогда как в среднем и нижнем течении была на треть ниже (509 и 526 особей/км^2, соответственно). В предгнездовой сезон суммарная плотность была наивысшей в среднем течении (1013), на треть меньше (763) в нижнем течении и наименьшей (341 особей/км^2) в верхнем течении. В гнездовой

период наблюдалась схожая пространственная динамика (583, 526 и 369 особей/км^2, соответственно). В послегнездовой период (как и в целом за весь год) суммарная плотность была максимальной в низовьях реки (1532 особей/км^2) – по-видимому, за счет перемещения в устье реки колониально гнездящихся береговых ласточек (*Riparia riparia*) и концентрации на акватории устья околоводных птиц. Сравнимых значений суммарная плотность достигала и в верховьях (1404) прежде всего за счет концентрации синиц, обыкновенных овсянок (*Emberiza citrinella*), некоторых вьюрковых и пролетных пеночек, а также кормящихся деревенских ласточек (*Hirundo rustica*).

В зимний период лишь 5 видов птиц были встречены во всех трех зонах водосборного бассейна, тогда как в предгнездовой – 11, послегнездовой – 20, а гнездовой – 26. Явными доминантами по плотности населения в зимний период в верхнем и среднем течении реки был чиж (*Spinus spinus*), а в низовьях – обыкновенная чечетка (*Acanthis flammea*). Три вида синиц и хохлатый жаворонок (*Galerida cristata*) были субдоминантами в верховьях р. Чардым; полевой воробей (*Passer montanus*), два вида синиц, обыкновенная чечетка и обыкновенный снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*) – в среднем течении; полевой воробей (*Passer montanus*), обыкновенный снегирь и свиристель (*Bombycilla garrulus*) – в низовьях реки.

В предгнездовой период хохлатый жаворонок, грач (*Corvus frugilegus*), два вида синиц и чиж доминировали в орнитоценозах верховья реки, тогда как два вида воробьев, черноголовый щегол (*Carduelis carduelis*) и хохлатый жаворонок составляли костяк орнитоценоза среднего течения, а полевой воробей, обыкновенная чечетка и чиж доминировали в нижнем течении р. Чардым.

Доминантами гнездового орнитоценоза верховий были зяблик (*Fringilla coelebs*), садовая славка (*Sylvia borin*), обыкновенная чечевица (*Carpodacus erythrinus*) и обыкновенная овсянка; среднего течения – береговая ласточка, обыкновенный соловей (*Luscinia luscinia*) и варакушка (*L. svecica*) (при субдоминировании садовой камышовки (*Acrocephalus dumetorum*), трех видов славок, обыкновенной овсянки и кормящихся в пойме реки деревенских ласточек); а низовьев реки – зяблик и обыкновенна овсянка (субдоминанты – большая синица (*Parus major*), серая славка (*S. communis*) и обыкновенный соловей).

Послегнездовой аспект характеризовался доминированием трех видов синиц, зяблика, черноголового щегла, обыкновенной овсянки, пеночки-теньковки (*Phylloscopus collybita*) и деревенской ласточки в верхнем течении; двух видов синиц – в среднем течении (субдоминанты – деревенская ласточка, грач, пеночка-теньковка, обыкновенный скворец (*Sturnus vulgaris*), зяблик, черноголовый щегол, полевой воробей и обыкновенная овсянка) и зяблика, береговой ласточки, обыкновенной лазоревки (*Parus caeruleus*), полевого воробья и обыкновенной овсянки – в нижнем течении (субдоминанты – пеночка-теньковка, белая трясогузка (*Motacilla alba*) и большая синица).

В процессе проведения маршрутных учетов в водосборном бассейне р. Чардым был отмечен ряд видов птиц, занесенных в «Красную книгу Саратовской области» [12] – в том числе, гнездящиеся обыкновенный осоед (*Pernis apivorus*) и европейский тювик (*Accipiter brevipes*), клинтух (*Columba oenas*) (на весеннем пролете), орлан-белохвост (в зимнее, предгнездовое и послегнездовое время), средний пестрый дятел (*Dendrocopos medius*)

(зимующий) и серый сорокопут (*Lanius excubitor*) (предгнездовой сезон). Также нами были отмечены виды из «Аннотированного перечня таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде», помещенного во 2-м издании региональной Красной книги [12]: зимняк (*Buteo lagopus*) и серый гусь (*Anser anser*) (в предгнездовой сезон), черноголовая гаичка (*Parus palustris*) (в зимний и послегнездовой периоды), а в гнездовое время – обыкновенная горлица (*Streptopelia turtur*), перепел (*Coturnix coturnix*), обыкновенный жулан (*Lanius collurio*), обыкновенный скворец, черный коршун (*Milvus migrans*), обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), кобчик (*F. vespertinus*), ястреба (перепелятник – *Accipiter nisus* и тетеревятник – *A. gentilis*), луговой (*Circus pygargus*), полевой (*C. cyaneus*) и болотный луни (*C. aeruginosus*), и обыкновенный канюк (*B. buteo*). Встреча сирийского дятла (*Dendrocopos syriacus*) в полуоткрытом байрачном лесу среднего течения р. Чардым (в зимнее, предгнездовое и гнездовое время) представляет интерес, т.к. этот новый для Саратовской области вид является в нашей местности явным синантропом. Относительно теплая зима 2012-2013 гг. может служить объяснением зимовки зябликов, обыкновенных зеленушек (*Chloris chloris*), обыкновенных овсянок и крякв (*Anas platyrhynchos*.)

В силу вышеизложенного, мы делаем вывод об особом значении водосборного бассейна р. Чардым для поддержания видового разнообразия и численности орнитофауны Саратовского региона в целом (как пролетной и зимующей, так и гнездящейся). В связи с этим необходимо предотвратить дальнейшее антропогенное нарушение природных комплексов водосборного бассейна и обеспечить комплекс водоохранных мероприятий р. Чардым и ее притоков.

Список литературы

1. *Temple S.A., Wiens J.A. Bird populations and environmental changes: can birds be bioindicators? // Amer. Birds. 1989. Vol. 43, № 2. P. 260 – 270.*
2. *Залетаев В.С. Мировая сеть экотонов, ее функции в биосфере и роль в глобальных изменениях / В.С. Залетаев // Экотоны в биосфере: под ред. В.С. Залетаева. М.: Наука, 1997. С. 77 – 89.*
3. *Новикова Н.М. Экосистемы экотонных ландшафтов речных дельт аридного пояса Евразии и их современная динамика / Н.М. Новикова // Экотоны в биосфере / Под ред. В.С. Залетаева. М.: Наука, 1997. С. 147 – 160.*
4. *Орлов В.Г. Большие проблемы малых рек Северо-Запада /В.Г. Орлов, И.П. Соколов. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. 14 с.*
5. *Румянцев В.А. Опыт разработки и применения математических моделей бассейнов малых рек / В.А. Румянцев, С.А. Кондратьев, Н.И. Капотова, Н.А. Ливанова. Л: Гидрометеоиздат, 1985. С. 65 – 67.*
6. *Лобачев Ю.Ю. Пищевая специализация дятлов пойменных экосистем реки Хопер в весенний период / Ю.Ю. Лобачев, Т.А. Капранова // Проблемы общей биологии и прикладной экологии. Сб. тр. Молодых ученых. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1997. Вып. 4. С. 23-24.*
7. *Завьялов Е.В. К уточнению южной границы распространения белоспинного дятла Dendrocopos leucotos в Нижнем Поволжье / Е.В. Завьялов, В.Г. Табачишин, Ю.Ю. Лобачев // Русский орнитологический журнал. 1998 б. Экспресс-выпуск, № 36. С. 10-12.*

8. *Банадык О.В. Фенология миграции и гнездования птиц в долине правобережных волжских притоков в Саратовской области (ранневесенний аспект) / О.В. Банадык, Е.В. Завьялов, Ю.Ю. Лобачев // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сб. научных статей. Саратов: ЗАО «Сигма-плюс», 2001. Вып. 4. С. 56-60.*
9. *Банадык О.В. Динамика количественных показателей орнитофауны и фенология пролета птиц в долине правобережных волжских притоков в Саратовской области (предгнездовой аспект) / О.В. Банадык, Г.В. Бондаренко, Ю.Ю. Лобачев и др. // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения: Сб. науч. статей. Саратов: Научная книга, 2002. Вып. 5. С. 65-78.*
10. *Лобачев Ю.Ю. Видовая структура орнитокомплекса водно-наземного экотона поймы р. Чардымка и прилегающих экотонных систем / Ю.Ю. Лобачев // Актуальные проблемы социального менеджмента. Межвузовский научный сборник. Саратов, 2002. С. 164-167.*
11. *Лобачев Ю.Ю. Методологические подходы к изучению орнитокомплексов экотонных систем пойм рек Малый Узень, Волга, Медведица / Ю.Ю. Лобачев // Современные стратегии и перспективы социально-экономического развития: Межвуз. науч. сб. Саратов: Аквариус, 2003. С. 123-128.*
12. *Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратов. обл, 2006. – 528 с.*

УДК 599.322.2 + 591.9

КАДАСТР СОВРЕМЕННЫХ ТОЧЕК НАХОДОК ПОСЕЛЕНИЙ СТЕПНОГО СУРКА (MARMOTA BOBAK MÜLLER, 1776) В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ[3]

© ***Р.В. Наумов,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.А. Кузьмин,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***С.В. Титов,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

CADASTRE OF ACTUAL POINTS OF STEPPE MARMOT'S (MARMOTA BOBAK MÜLLER, 1776) COLONIES FINDINGS IN ULYANOVSK REGION

© ***R.V. Naumov,*** *Penza State University (Penza, Russia)*
© ***A.A. Kuzmin,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© **S*****.V. Titov,*** *Penza State University (Penza, Russia)*

Изучено современное состояние ареала степного сурка в Ульяновской области. Обнаружено 319 поселений байбака. Общее количество учтенных семейных участков составило 6071, при общей оценочной численности 22981 особей. В работе приведена кадастровая таблица поселений степного сурка в Ульяновской области.

[3] Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 12-04-97062 р_поволжье_а и №14-04-00301 а)

Ключевые слова: степной сурок, поселение, распространение, кадастр точек находок, Ульяновская область.

Actual state of Steppe Marmot's areal in Ulyanovsk Region was studied. 319 marmot's colonies were found. Total number of marmot's considered family ranges was 6071 with total approximate number of individuals about 22981. In study cadastre table of Steppe Marmot's colonies in Samara region was given.

Key words: steppe marmot, colony, distribution, points of finding cadastre, Ulyanovsk region.

E-mail: www.naumov_roman@mail.ru; svtitov@yandex.ru; kuzmin-puh@yandex.ru

Полевой материал по распространению степного сурка в Ульяновской области был собран в августе 2013 года методом маршрутно-площадочного учета семей и колоний. При этом было пройдено около 5000 км маршрута. Всего было обследовано 453 пригодных для сурков местообитаний в 14 районах Ульяновской области: Николаевском, Новоспасском, Павловском, Радищевском, Старокулатском, Теренгульском, Сенгилеевском, Ульяновском, Майнском, Вешкаймском, Карсунском, Сурском, Кузоватовском, Барышском. В результате было обнаружено 319 поселений байбака. Общее количество учтенных семейных участков сурков составило 6071, при общей оценочной численности 22981 особей.

При учете семейных участков сурков использовали достаточно хорошую топографическую и микрорельефную обособленность их территории. Эта особенность связана с тем, что постоянные (зимовочные, выводковые), хорошо различимые по выраженному бутану, и временные (кормовые, защитные) норы на таких участках в большинстве случаев соединены сетью поверхностных дорожек хорошо заметной в травостое.

Вследствие низкой активности зверьков в период проведения исследований оценку численности сурков в поселениях проводили не прямым учетным методом численности на пробных площадках с последующей экстраполяцией, а вычисляли с использованием следующих показателей: число семейных участков при полном их учете в поселении и среднее число зверьков в семейной группировке. Среднее число зверьков в семье было вычислено по данным учета сурков в Ульяновской области [1, 2]. Для 6071 семейных группировок это показатель составил 3.79 ос/на 1 семью.

Критерием ограничения воспроизводства и начала деградации популяции сурков считалось достижение плотности колоний свыше 30 особей на 1 км^2 [4]. Минимальной по размеру способной к развитию группировкой сурков принималась колония сурков, состоящая из 6-8 семей [3].

Таблица 1 – Точки находок поселений степного сурка в Ульяновской области

№ п\п	Адрес	Координаты		Число семейных участков, шт.	Оценка численности, ос., гр.5 х 3.79 ос/сем.	Характеристика биотопа*
		Северная широта	Восточная долгота			
Николаевский район (n = 1898)						
1.	Окр-ти с. Мордовский Канадей	$53^0$06’51.9’’	$47^0$00’09.7’’	4	15	ОСКЛ
2.	Окр-ти с. Баевка	$53^0$06’06.4’’	$47^0$19’26.0’’	5	19	СБС
		$53^0$07’16.2’’	$47^0$21’30.8’’	18	68	ОСКЛ
		$53^0$06’07.5’’	$47^0$13’14.0’’	14	53	ОСКЛ
3.	Окр-ти с. Просковьино	$53^0$07’16.0’’	$47^0$22’06.0’’	17	64	ОСКЛ
		$53^0$07’16.8’’	$47^0$24’15.0’’	19	72	ОСКЛ, СЗиН
4.	Окр-ти пос. Белокаменка	$53^0$04’14.8’’	$47^0$18’20.3’’	10	38	ОПУМ
		$53^0$04’34.3’’	$47^0$20’37.2’’	21	80	МОСКЛ, ОСКЛ, ЗП, КП
5.	Окр-ти с. Куроедово	$53^0$03’55.0’’	$47^0$26’17.7’’	38	144	МОСКЛ
		$53^0$06’00.3’’	$47^0$26’03.4’’	46	174	ОСКЛ, СБС
		$53^0$04’51.6’’	$47^0$23’10.8’’	36	136	МОСКЛ, ОПУМ
6.	Окр-ти д. Варваровка	$53^0$07’11.1’’	$47^0$29’11.4’’	69	262	СХД, ОСКЛ
		$53^0$04’38.7’’	$47^0$29’13.3’’	61	231	СБС, ОСКЛ
7.	Окр-ти пос. Клин	$53^0$06’56.3’’	$47^0$32’38.7’’	21	80	СБС, ОПУ
8.	Окр-ти с. Сухая Терешка	$52^0$57’17.6’’	$47^0$28’58.3’’	46	174	СХД, ОПУМ
		$52^0$59’57.4’’	$47^0$29’47.3’’	24	91	МОСКЛ
9.	Окр-ти пос. Вязовой	$53^0$09’58.7’’	$47^0$22’03.6’’	19	72	ОСКЛ
10.	Окр-ти д. Федоровка	$53^0$09’26.3’’	$47^0$12’21.6’’	18	68	ОСКЛ
11.	Окр-ти д. Булгаковка	$53^0$07’35.4’’	$47^0$08’05.9’’	1	4	ОСКЛ
12.	Окр-ти с. Рызлей	$53^0$10’29.1’’	$47^0$00’20.6’’	4	15	ОСКЛ
13.	Окр-ти д. Кезьмино	$53^0$17’20.6’’	$47^0$12’32.6’’	6	23	ОСКЛ
Павловский район (n = 1437)						
14.	Окр-ти с. Мордовский Шмалак	$52^0$47’17.3’’	$46^0$58’08.0’’	2	8	ОСКЛ
15.	Окр-ти с. Баклуши	$52^0$40’31.3’’	$46^0$53’55.7’’	4	15	ОСКЛ
		$52^0$41’28.3’’	$46^0$56’24.3’’	6	23	ОСКЛ
16.	Окр-ти д. Плетьма	$52^0$41’16.7’’	$46^0$50’25.8’’	18	50	ОСКЛ
17.	Окр-ти с. Илюшкино	$52^0$36’58.5’’	$47^0$07’41.9’’	11	42	ОСКЛ
18.	Окр-ти с. Шалкино	$52^0$38’57.2’’	$47^0$02’29.9’’	36	136	СХД

		52^{0}37’37.7’’	47^{0}01’31.1’’	8	30	СХД
19.	Окр-ти с. Кадышевка	52^{0}41’09.5’’	47^{0}11’53.2’’	10	28	СХД
		52^{0}41’14.1’’	47^{0}14’56.4’’	14	53	СХД
		52^{0}42’12.6’’	46^{0}15’32.0’’	19	72	КП
20.	Окр-ти с. Шаховское	52^{0}36’03.1’’	46^{0}47’28.3’’	22	83	КП
		52^{0}36’39.4’’	46^{0}49’16.3’’	12	45	ОСКЛ
21.	Окр-ти пос. Гремучий	52^{0}36’25.4’’	47^{0}22’15.5’’	19	72	КП
22.	Окр-ти с. Шиковка	52^{0}35’26.4’’	47^{0}23’00.1’’	28	106	ОСКЛ
		52^{0}35’09.0’’	47^{0}25’52.8’’	17	64	ОСКЛ
		52^{0}35’25.1’’	47^{0}27’49.6’’	16	61	МОСКЛ
		52^{0}34’55.5’’	47^{0}29’01.0’’	18	68	СХД
		52^{0}35’44.2’’	47^{0}29’21.3’’	76	288	СХД, МОСКЛ
		52^{0}37’07.4’’	47^{0}27’57.9’’	42	159	СХД, МОСКЛ
23.	Окр-ти д. Новая Андреевка	52^{0}39’17.3’’	47^{0}24’08.7’’	9	34	ЗП, ОПУ
Старокулатский район (n = 2982)						
24.	Окр-ти Старый Мостяк	52^{0}40’21.3’’	47^{0}25’23.5’’	22	83	СХД, ОПУ, КП
		52^{0}41’06.6’’	47^{0}22’38.5’’	12	45	СЗиН
		52^{0}42’17.0’’	47^{0}25’37.3’’	13	49	СЗиН
25.	Окр-ти Новый Мостяк	52^{0}43’14.5’’	47^{0}27’41.6’’	16	61	СХД
		52^{0}44’13.6’’	47^{0}27’16.3’’	21	80	СЗиН, КП
		52^{0}44’46.5’’	47^{0}24’13.9’’	14	53	СЗиН, КП
		52^{0}46’29.5’’	47^{0}26’42.8’’	8	30	СХД
26.	Окр-ти с. Старая Яндовка	52^{0}47’39.2’’	47^{0}27’48.7’’	18	68	ОСКЛ
27.	Окр-ти с. Старый Атлаш	52^{0}47’22.3’’	47^{0}23’07.7’’	8	30	ОСКЛ
		52^{0}45’45.7’’	47^{0}18’14.5’’	19	72	ОСКЛ
28.	Окр-ти с. Кармалей	52^{0}49’36.1’’	47^{0}24’45.5’’	19	72	ОСКЛ
29.	Окр-ти с. Верхняя Терешка	52^{0}54’21.4’’	47^{0}26’36.7’’	21	80	ОСКЛ
30.	Окр-ти с. Новая Терешка	52^{0}54’34.3’’	47^{0}34’32.6’’	23	87	ОСКЛ, ОПУ
31.	Окр-ти с. Кирюшкино	52^{0}56’02.5’’	47^{0}36’50.9’’	30	114	МОСКЛ
		52^{0}54’56.3’’	47^{0}40’31.3’’	25	95	ОСКЛ
		52^{0}52’14.3’’	47^{0}37’41.5’’	21	80	ОСКЛ, СЗиН
32.	Окр-ти пос. Стар. Кулатка	52^{0}44’38.6’’	47^{0}38’44.8’’	16	61	МОСКЛ
		52^{0}45’29.9’’	47^{0}37’26.8’’	26	99	МОСКЛ, ОПУ
		52^{0}43’34.5’’	47^{0}38’48.9’’	3	11	ОСКЛ
33.	Окр-ти с. Чув. Кулатка	52^{0}43’07.9’’	47^{0}43’15.4’’	71	269	МОСКЛ
		52^{0}43’26.7’’	47^{0}46’59.5’’	76	288	МОСКЛ
		52^{0}42’24.1’’	47^{0}41’30.5’’	12	45	СЗиН
		52^{0}40’32.5’’	47^{0}44’08.4’’	24	91	СБС, СЗиН
34.	Окр-ти Усть-Кулатка	52^{0}36’13.4’’	47^{0}40’28.3’’	51	193	МОСКЛ
		52^{0}34’40.1’’	47^{0}42’49.6’’	15	57	СЗиН, КП

		52^{0}38’39.2’’	47^{0}43’08.7’’	16	61	СЗиН
		52^{0}38’38.6’’	47^{0}44’59.6’’	17	64	СЗиН, ЗП
35.	Окр-ти с. Новая Кулатка	52^{0}41’11.9’’	47^{0}39’31.0’’	16	61	СЗиН, СБС
		52^{0}38’12.9’’	47^{0}36’57.5’’	21	80	СЗиН, СБС
36.	Окр-ти с. Новые Зимницы	52^{0}38’50.8’’	47^{0}33’49.9’’	22	83	СЗиН, СБС
		52^{0}36’52.0’’	47^{0}34’09.5’’	13	49	СЗиН, СБС
37.	Окр-ти с. Старое Зеленое	52^{0}47’24.1’’	47^{0}52’34.9’’	13	49	МОСКЛ, СБС
		52^{0}46’35.4’’	47^{0}52’14.2’’	24	91	СЗиН, СБС
		52^{0}45’57.5’’	47^{0}57’07.7’’	10	38	СЗиН, СБС
		52^{0}46’06.0’’	47^{0}52’26.1’’	8	30	СЗиН
		52^{0}45’08.7’’	47^{0}52’19.2’’	11	42	СЗиН, СБС
		52^{0}48’06.9’’	47^{0}54’32.2’’	5	19	СЗиН, СБС
38.	Окр-ти с. Зарыклей	52^{0}42’25.5’’	47^{0}56’03.6’’	15	57	СХД
39.	Окр-ти с. Вязовый Гай	52^{0}43’07.7’’	47^{0}59’57.8’’	12	45	СХД
Радищевский район (n = 3688)						
40.	Окр-ти с. Чауши	52^{0}47’09.3’’	47^{0}44’45.1’’	8	30	МОСКЛ
41.	Окр-ти с. Белогоровка	52^{0}48’26.9’’	47^{0}48’00.8’’	21	79	МОСКЛ, СЗиН
42.	Окр-ти пос. Радищево	52^{0}53’27.0’’	47^{0}48’59.3’’	21	80	СЗиН, СБС, ЗП
		52^{0}54’14.1’’	47^{0}52’32.9’’	13	49	СЗиН, СБС
		52^{0}52’04.5’’	47^{0}56’14.8’’	11	42	СЗиН, СБС
		52^{0}49’41.1’’	47^{0}51’54.7’’	10	38	СБС
		52^{0}50’21.6’’	47^{0}48’44.1’’	17	64	МОСКЛ
43.	Окр-ти с. Богдановка	52^{0}51’37.2’’	47^{0}46’23.4’’	23	87	МОСКЛ, СЗиН, ЗП
44.	Окр-ти с. Адоевщина	52^{0}51’59.2’’	47^{0}42’31.6’’	19	72	МОСКЛ, ОПУ, ЗП
		52^{0}50’34.7’’	47^{0}43’37.9’’	8	30	ОПУ, ЗП
45.	Окр-ти с. Дмитриевка	52^{0}55’52.3’’	47^{0}44’05.5’’	9	34	МОСКЛ
		52^{0}57’53.4’’	47^{0}42’18.0’’	3	11	МОСКЛ
46.	Окр-ти пос. Гремячий	52^{0}58’41.2’’	47^{0}41’43.5’’	24	91	МОСКЛ, СБС
		52^{0}29’14.3’’	47^{0}39’33.0’’	21	80	СБС, СЗиН
		52^{0}00’51.6’’	47^{0}42’13.5’’	25	95	МОСКЛ, СБС
47.	Окр-ти с. Соловчиха	52^{0}57’17.0’’	47^{0}46’16.5’’	13	49	МОСКЛ, ОПУ, СБС
		52^{0}58’33.6’’	47^{0}48’15.9’’	11	42	МОСКЛ
		52^{0}59’48.5’’	47^{0}47’44.4’’	10	38	МОСКЛ, ОПУ
48.	Окр-ти с. Нижняя Маза	52^{0}53’50.9’’	47^{0}56’29.1’’	18	68	СЗиН, СБС, МОСКЛ
		52^{0}54’58.1’’	47^{0}53’36.6’’	7	27	МОСКЛ, СБС
		52^{0}56’13.6’’	47^{0}54’22.6’’	8	30	МОСКЛ, СБС
49.	Окр-ти с. Верхняя Маза	52^{0}57’05.0’’	47^{0}58’35.3’’	19	72	МОСКЛ, СБС
		52^{0}58’27.0’’	47^{0}54’33.7’’	10	38	СБС, СЗиН
		53^{0}00’11.8’’	47^{0}59’26.0’’	21	80	СБС, СЗиН
50.	Окр-ти с. Софьино	52^{0}55’30.4’’	48^{0}03’34.1’’	11	42	СЗиН, СБС
		52^{0}54’53.1’’	48^{0}04’07.0’’	8	30	СЗиН

		52^{0}51’51.6’’	48^{0}05’22.9’’	15	57	СБС, СЗиН
		52^{0}51’54.9’’	48^{0}00’04.3’’	11	42	СЗиН
		52^{0}53’05.1’’	47^{0}58’26.4’’	9	34	СЗиН
		52^{0}52’59.7’’	48^{0}01’44.5’’	18	68	СБС, СЗиН
		52^{0}54’10.4’’	47^{0}59’29.9’’	11	42	СЗиН, СБС
		52^{0}55’15.0’’	48^{0}00’23.2’’	24	91	СЗиН, СБС
51.	Окр-ти с. Средниково	52^{0}57’04.0’’	48^{0}04’36.4’’	18	68	СЗиН, СПП
		52^{0}56’18.0’’	48^{0}05’53.9’’	25	95	СЗиН, СБС
		52^{0}56’30.9’’	48^{0}07’12.6’’	11	42	ЛСУ
52.	Окр-ти с. Мордовская Карагужа	52^{0}48’38.5’’	48^{0}13’21.2’’	17	64	СБС, МОСКЛ
		52^{0}51’34.8’’	48^{0}06’50.4’’	10	38	СЗиН, СБС
		52^{0}51’46.3’’	48^{0}09’25.1’’	24	91	СЗиН
		52^{0}49’50.8’’	48^{0}08’46.6’’	6	23	СЗиН
53.	Окр-ти пос. Володарский	52^{0}50’52.1’’	48^{0}16’40.5’’	8	30	СЗиН, КП
		52^{0}51’34.5’’	48^{0}15’40.9’’	7	27	СЗиН, КП
		52^{0}51’49.2’’	48^{0}12’02.4’’	19	72	СЗиН, КП
54.	Окр-ти с. Вязовка	52^{0}53’50.1’’	48^{0}22’30.3’’	25	95	МОСКЛ
		52^{0}52’17.4’’	48^{0}20’16.4’’	17	64	МОСКЛ
		52^{0}50’39.8’’	48^{0}20’00.2’’	7	27	СЗиН
		52^{0}49’48.8’’	48^{0}22’00.3’’	18	68	МОСКЛ
55.	Окр-ти с. Паньшино	52^{0}55’31.6’’	48^{0}25’56.5’’	21	80	СЗиН, СБС
		52^{0}56’11.9’’	48^{0}23’21.5’’	11	42	СЗиН, СБС
		52^{0}56’29.9’’	48^{0}20’05.2’’	8	30	СБС
		52^{0}56’46.9’’	48^{0}23’32.4’’	23	87	МОСКЛ
		52^{0}56’51.8’’	48^{0}23’19.6’’	12	45	МОСКЛ
		52^{0}55’43.4’’	48^{0}20’15.8’’	8	30	СЗиН, СБС
		52^{0}57’00.3’’	48^{0}26’17.2’’	21	80	МОСКЛ, СЗиН
		52^{0}56’44.8’’	48^{0}27’24.4’’	17	64	МОСКЛ, СЗиН
		52^{0}57’23.8’’	48^{0}25’06.6’’	15	57	КП, СЗиН
		52^{0}56’56.5’’	48^{0}22’01.6’’	7	27	ППиО
56.	Окр-ти ст. Рябина	52^{0}54’44.1’’	48^{0}16’59.9’’	10	38	СЗиН
		52^{0}55’10.0’’	48^{0}15’43.7’’	13	49	СЗиН
		52^{0}56’06.9’’	48^{0}18’11.3’’	6	23	СЗиН, КП
		52^{0}56’31.4’’	48^{0}17’01.2’’	11	42	СЗиН
57.	Окр-ти с. Ореховка	52^{0}55’39.6’’	48^{0}12’24.8’’	13	49	СЗиН
		52^{0}56’40.9’’	48^{0}13’59.2’’	10	38	СЗиН
58.	Окр-ти пос. Вишневый	52^{0}30’57.7’’	48^{0}16’20.4’’	12	45	ОСКЛ
59.	Окр-ти с. Журавлиха	52^{0}30’31.9’’	48^{0}13’24.4’’	27	102	СБС, ОСКЛ
60.	Окр-ти пос. Шевченко	52^{0}53’25.1’’	48^{0}10’41.1’’	26	99	СБС, СЗиН
		52^{0}53’20.0’’	48^{0}07’59.7’’	17	64	СБС, СЗиН
		52^{0}53’18.4’’	48^{0}09’17.2’’	3	11	КП, СЗиН
		52^{0}53’59.6’’	48^{0}09’47.6’’"	5	19	СБС, СЗиН
		52^{0}52’56.9’’	48^{0}12’00.2’’	8	30	СБС, СЗиН
Новосспаский район (n = 2175)						
61.	Окр-ти с. Васильевка	53^{0}04’47.0’’	48^{0}07’41.7’’	25	95	ОСКЛ, СБС
		53^{0}03’25.5’’	48^{0}02’39.7’’	18	68	ОСКЛ, СБС

		53^{0}03’03.1’’	48^{0}04’32.3’’	12	46	ОСКЛ, СБС
62.	Окр-ти пос. Красный	53^{0}07’23.8’’	48^{0}04’03.1’’	16	61	ОСКЛ, СБС
63.	Окр-ти с. Матрунино	53^{0}05’55.0’’	47^{0}57’05.0’’	31	117	ОСКЛ, СБС
		53^{0}08’49.1’’	47^{0}57’29.6’’	13	49	СЗиН
64.	Окр-ти с. Нов. Томышево	53^{0}06’27.7’’	47^{0}51’41.2’’	25	95	СХД, ОСКЛ
		53^{0}04’54.3’’	47^{0}52’34.9’’	28	106	МОСКЛ
		53^{0}08’16.6’’	47^{0}51’07.2’’	7	27	ОСКЛ
		53^{0}08’01.2’’	47^{0}54’47.2’’	15	57	СБС, СЗиН
65.	Окр-ти д. Юрьевка	53^{0}02’35.6’’	47^{0}50’38.0’’	31	117	МОСКЛ
66.	Окр-ти д. Зыково	53^{0}03’04.7’’	47^{0}45’52.2’’	42	159	МОСКЛ
67.	Окр-ти с. Суруловка	53^{0}06’44.8’’	47^{0}47’16.9’’	28	106	МОСКЛ
		53^{0}06’22.5’’	47^{0}45’50.3’’	30	114	СПП, ОСКЛ
68.	Окр-ти д. Маловка	53^{0}07’48.2’’	47^{0}43’06.0’’	9	34	МОСКЛ
69.	Окр-ти с. Садовое	53^{0}06’27.0’’	47^{0}40’12.0’’	24	91	МОСКЛ, СХД
		53^{0}07’12.0’’	47^{0}37’42.4’’	7	27	МОСКЛ, СХД
		53^{0}06’21.2’’	47^{0}35’04.9’’	13	49	МОСКЛ, СХД
		53^{0}04’24.1’’	47^{0}41’28.3’’	15	57	МОСКЛ
		53^{0}02’44.6’’	47^{0}41’02.7’’	21	80	СХД, МОСКЛ
		53^{0}02’40.1’’	47^{0}38’55.1’’	16	61	СЗиН
		53^{0}02’16.5’’	47^{0}38’01.8’’	10	38	СЗиН
70.	Окр-ти с. Новая Лава	53^{0}04’18.9’’	47^{0}35’59.6’’	38	144	ОСКЛ, СХД
		53^{0}03’46.2’’	47^{0}33’03.9’’	18	68	ОСКЛ, СХД
		53^{0}02’01.4’’	47^{0}33’34.8’’	17	64	ОСКЛ, СХД
Терентульский район (n = 1141)						
71.	Окр-ти с. Большая Борла	53^{0}32’07.3’’	48^{0}03’01.6’’	10	38	МОСКЛ
72.	Окр-ти с. Новая Ерыкла	53^{0}43’00.2’’	48^{0}57’53.1’’	31	117	ОСКЛ, СБС
73.	Окр-ти с. Красноборск	53^{0}46’28.2’’	48^{0}01’23.0’’	35	133	ОСКЛ, СБС
		53^{0}44’35.6’’	48^{0}02’07.0’’	2	8	СЗиН
74.	Окр-ти с. Суровка	53^{0}54’56.7’’	48^{0}06’08.8’’	49	186	ОСКЛ, СЗиН
75.	Окр-ти с. Тумкино	53^{0}45’38.3’’	48^{0}18’06.6’’	36	136	МОСКЛ
76.	Окр-ти с. Гладчиха	53^{0}40’07.5’’	48^{0}19’44.2’’	8	30	ОСКЛ
77.	Ур. Сарым	53^{0}36’17.3’’	48^{0}18’29.3’’	17	64	ОСКЛ, КП
78.	Окр-ти с. Гавриловка	53^{0}34’21.2’’	48^{0}21’58.8’’	10	38	ОСКЛ, СБС
79.	Окр-ти пос. Тереньга	53^{0}41’45.7’’	48^{0}22’29.0’’	23	87	СБС, СХД
80.	Окр-ти с. Байдулино	53^{0}45’20.7’’	48^{0}23’44.5’’	21	80	МОСКЛ
81.	Окр-ти с. Федькино	53^{0}48’15.4’’	48^{0}21’09.2’’	7	27	СЗиН
		53^{0}47’13.9’’	48^{0}22’27.8’’	4	15	КП
82.	Окр-ти с. Молвино	53^{0}47’04.5’’	48^{0}26’53.7’’	6	23	МОСКЛ
83.	Окр-ти с. Языково	53^{0}40’50.3’’	48^{0}29’04.5’’	4	15	ОСКЛ, СХД
Сенгилеевский район (n = 2993)						
84.	Окр-ти с. Кротково	53^{0}47’32.1’’	48^{0}31’20.6’’	56	212	ОСКЛ

		53^{0}44’37.8’’	48^{0}35’29.3’’	12	45	ОСКЛ
85.	Окр-ти с. Русская Бектяшка	53^{0}47’18.7’’	48^{0}46’44.3’’	41	155	ОСКЛ, СБС
		53^{0}46’44.7’’	48^{0}48’04.2’’	29	110	СБС, ОСКЛ
86.	Окр-ти с. Елаур	53^{0}49’07.6’’	48^{0}45’29.4’’	6	23	ОСКЛ
		53^{0}49’26.4’’	48^{0}49’16.5’’	6	23	ОСКЛ, СБС
87.	Окр-ти с. Вырастайкино	53^{0}51’16.6’’	48^{0}51’39.4’’	26	99	МОСКЛ
88.	Окр-ти с. Мордово	53^{0}51’38.8’’	48^{0}51’16.0’’	46	174	МОСКЛ
89.	Окр-ти с. Алешкино	53^{0}52’14.9’’	48^{0}49’18.2’’	11	42	МОСКЛ
		53^{0}52’55.3’’	48^{0}48’34.8’’	41	155	МОСКЛ
		53^{0}53’45.6’’	48^{0}47’23.6’’	13	49	МОСКЛ
90.	Окр-ти г. Сенгилей	53^{0}58’08.6’’	48^{0}43’01.7’’	37	140	ОСКЛ, СПП
		53^{0}56’12.3’’	48^{0}48’03.6’’	72	273	МОСКЛ
91.	Окр-ти с. Шиловка	54^{0}01’21.9’’	48^{0}36’56.2’’	34	129	МОСКЛ, СПП
		54^{0}02’05.6’’	48^{0}38’22.6’’	96	364	МОСКЛ
		54^{0}01’16.1’’	48^{0}40’06.6’’	10	38	ОСКЛ
92.	Окр-ти с. Тушна	54^{0}01’58.8’’	48^{0}32’06.0’’	82	311	МОСКЛ
		54^{0}00’37.4’’	48^{0}28’01.3’’	67	254	МОСКЛ, СБС
93.	Окр-ти с. Екатериновка	54^{0}03’15.2’’	48^{0}31’47.5’’	41	155	МОСКЛ
		54^{0}04’00.5’’	48^{0}29’20.8’’	13	49	МОСКЛ, СБС
		54^{0}03’08.7’’	48^{0}28’27.9’’	51	193	МОСКЛ
Ульяновский район (n = 493)						
94.	Долина р. Арбуга	54^{0}05’21.8’’	48^{0}35’19.6’’	83	315	МОСКЛ, СБС
95.	Окр-ти пос. Криуши	54^{0}05’48.8’’	48^{0}29’23.5’’	5	19	МОСКЛ, СБС
96.	Окр-ти с. Панская Слобода	54^{0}06’04.3’’	48^{0}25’54.8’’	37	140	МОСКЛ, СБС
Майнский район (n = 561)						
97.	Окр-ти с. Подлесное	54^{0}19’18.0’’	47^{0}36’59.2’’	8	30	МОСКЛ
98.	Окр-ти с. Комаровка	54^{0}14’37.8’’	47^{0}02’09.3’’	4	15	МОСКЛ
99.	Окр-ти с. Абрамовка	54^{0}12’27.2’’	47^{0}42’50.5’’	19	72	ОСКЛ, КП
100.	Окр-ти с. Анненково-Лесное	54^{0}08’05.6’’	47^{0}25’09.9’’	21	80	МОСКЛ
101.	Окр-ти п. Новоанненковский	54^{0}05’59.9’’	47^{0}28’43.6’’	4	15	МОСКЛ
102.	Окр-ти пос. Майна	54^{0}06’38.9’’	47^{0}31’15.3’’	2	8	ОСКЛ
103.	Окр-ти с. Березовка	54^{0}02’46.7’’	47^{0}38’16.4’’	3	11	ОСКЛ
		54^{0}01’38.5’’	47^{0}38’43.9’’	4	15	МОСКЛ
104.	Окр-ти с. Городецкое	53^{0}58’53.1’’	47^{0}40’11.9’’	7	27	ОСКЛ
		53^{0}58’11.0’’	47^{0}43’22.5’’	6	23	ОСКЛ
105.	Окр-ти с. Вязовка	54^{0}02’25.2’’	47^{0}44’45.9’’	13	49	МОСКЛ
106.	Окр-ти с. Карлинское	54^{0}01’13.9’’	47^{0}45’02.0’’	15	57	МОСКЛ
107.	Окр-ти с. Сухаревка	53^{0}59’07.1’’	47^{0}46’54.1’’	33	125	МОСКЛ
108.	Окр-ти с. Степное Матюнино	53^{0}58’33.7’’	47^{0}49’22.6’’	11	42	ОСКЛ

Барышский район (n = 38)						
109.	Окр-ти с. Калда	$53^0$48’39.1’’	$47^0$27’12.1’’	2	8	КП
110.	Окр-ти с. Смольково	$53^0$43’48.9’’	$47^0$38’53.8’’	8	30	ОСКЛ
Кузоватовский район (n = 86)						
111.	Окр-ти с. Смышляевка	$53^0$44’06.5’’	$47^0$41’12.4’’	3	11	ЗП
		$53^0$48’02.2’’	$47^0$39’49.1’’	1	4	ЗП
112.	Окр-ти с. Чириково	$53^0$44’20.8’’	$47^0$47’29.8’’	3	11	КП
113.	Окр-ти ст. Студенец	$53^0$25’10.3’’	$47^0$55’40.2’’	8	30	ОСКЛ, СБС
114.	Окр-ти с. Томылово	$53^0$28’14.4’’	$47^0$52’53.2’’	3	11	МОСКЛ
115.	Окр-ти с. Стоговка	$53^0$57’33.0’’	$47^0$59’54.2’’	5	19	СЗиН
Вешкаймский район (n = 2180)						
116.	Окр-ти с. Стемасс	$53^0$58’47.5’’	$47^0$23’27.7’’	2	8	ОСКЛ
117.	Окр-ти с. Канабеевка	$54^0$00’09.5’’	$47^0$22’32.7’’	10	38	ОСКЛ, СБС
118.	Окр-ти с. Березовка	$54^0$01’52.6’’	$47^0$20’34.3’’	19	72	МОСКЛ
119.	Окр-ти пос. Новочуфаровский	$54^0$07’01.7’’	$47^0$20’38.4’’	9	34	ОСКЛ
120.	Урочище Никулино	$54^0$06’05.3’’	$47^0$13’41.3’’	5	19	ОСКЛ
		$54^0$05’31.8’’	$47^0$15’59.9’’	8	30	ОСКЛ, СБС
		$54^0$06’40.8’’	$47^0$14’47.7’’	5	19	ОСКЛ
121.	Окр-ти с. Ховрино	$54^0$07’15.6’’	$47^0$10’47.9’’	5	19	МОСКЛ
122.	Окр-ти с. Белый Ключ	$54^0$09’34.6’’	$47^0$09’13.6’’	33	125	МОСКЛ
		$54^0$10’48.1’’	$47^0$09’29.1’’	12	45	МОСКЛ
123.	Окр-ти с. Красный Бор	$53^0$58’53.7’’	$47^0$14’35.2’’	3	11	МОСКЛ
		$54^0$30’01.0’’	$47^0$12’35.2’’	10	38	МОСКЛ, СЗиН
		$54^0$01’20.6’’	$47^0$11’17.1’’	9	34	СЗиН
124.	Окр-ти с. Каргино	$53^0$39’52.0’’	$47^0$08’34.8’’	76	288	МОСКЛ
		$53^0$55’57.0’’	$47^0$07’07.4’’	27	102	МОСКЛ
		$53^0$55’48.7’’	$47^0$04’35.2’’	15	57	МОСКЛ
125.	Окр-ти пос. Вешкайма	$54^0$02’00.1’’	$47^0$13’23.3’’	71	269	МОСКЛ
		$54^0$02’49.6’’	$47^0$20’48.7’’	23	87	МОСКЛ
126.	Окр с. Ахматово-Бел. Ключ	$54^0$26’16.8’’	$47^0$01’30.3’’	31	117	МОСКЛ
127.	Окр-ти с. Озерки	$53^0$53’24.4’’	$47^0$04’17.2’’	5	19	СЗиН
128.	Окр-ти с. Морд. Бел. Ключ	$53^0$57’04.5’’	$46^0$57’49.3’’	15	57	МОСКЛ
129.	Окр-ти с. Ермоловка	$54^0$01’07.5’’	$46^0$52’48.8’’	69	262	МОСКЛ, КП, СПП
130.	Окр-ти с. Бекетовка	$54^0$03’50.4’’	$46^0$54’08.9’’	32	121	МОСКЛ, СЗиН
		$54^0$04’40.1’’	$46^0$53’29.5’’	11	42	МОСКЛ, СБС
131.	Окр-ти ст. Погорелово	$54^0$09’06.4’’	$46^0$51’41.2’’	7	27	ОСКЛ
		$54^0$07’41.7’’	$46^0$52’31.8’’	21	80	СЗиН, ПЛ
132.	Окр-ти с. Вешкайма	$54^0$05’03.7’’	$46^0$02’36.4’’	22	83	МОСКЛ, ОСКЛ
133.	Окр-ти с.	$54^0$06’32.6’’	$46^0$02’14.6’’	31	117	МОСКЛ,

	Вырыпаевка					СЗиН
Карсунский район (n = 2960)						
134.	Окр-ти пос. Луговой	$54^0$08’29.4’’	$47^0$01’48.8’’	3	11	СЗиН
135.	Татарский Вал	$54^0$07’30.1’’	$46^0$53’10.1’’	9	34	КП
		$54^0$07’54.9’’	$46^0$53’55.7’’	2	8	КП
		$54^0$09’02.3’’	$46^0$56’17.2’’	15	57	ЗП
136.	Окр-ти с.Краснополка	$54^0$10’30.5’’	$46^0$54’33.9’’	11	42	МОСКЛ
137.	Окр-ти с. Новое Погорелово	$54^0$10’15.2’’	$46^0$47’57.6’’	29	110	ОСКЛ
138.	Окр-ти пос. Кр. Садок	$54^0$08’05.1’’	$46^0$42’57.3’’	22	83	ОСКЛ
		$54^0$08’24.4’’	$46^0$45’11.4’’	4	15	ОСКЛ
139.	Окр-ти с. Сосновка	$54^0$06’57.4’’	$46^0$39’39.8’’	5	19	ОСКЛ
140.	Окр-ти с. Сухой Карсун	$54^0$12’16.8’’	$46^0$40’06.4’’	6	23	ОСКЛ
141.	Окр-ти с. Нагаево	$54^0$11’27.1’’	$46^0$43’22.3’’	31	117	ОСКЛ
		$54^0$10’42.0’’	$46^0$45’00.3’’	7	27	ОСКЛ
142.	Окр-ти с. Беловодье	$54^0$11’27.1’’	$46^0$43’12.3’’	33	125	МОСКЛ
143.	Окр-ти с. Русские Горенки	$54^0$15’27.5’’	$46^0$43’49.5’’	78	296	МОСКЛ
144.	Окр-ти с. Кадышево	$54^0$18’23.5’’	$46^0$43’47.8’’	38	144	МОСКЛ
145.	Окр-ти пос. Карсун	$54^0$13’40.9’’	$46^0$53’42.0’’	3	11	ОСКЛ
146.	Окр-ти с. Комаровка	$54^0$16’24.1’’	$46^0$53’59.6’’	6	23	СБС, ЗП
147.	Урочище Малое Поле	$54^0$18’19.3’’	$46^0$55’22.3’’	25	95	МОСКЛ
148.	Окр-ти с. Потьма	$54^0$20’00.0’’	$46^0$56’28.7’’	31	117	МОСКЛ
149.	Окр-ти с. Бол. Станичное	$54^0$15’38.3’’	$47^0$00’31.5’’	5	19	ОСКЛ
		$54^0$16’50.2’’	$47^0$01’50.6’’	6	23	ОСКЛ
150.	Окр-ти с. Мал. Станичное	$54^0$17’49.8’’	$47^0$02’56.6’’	17	64	ОСКЛ
151.	Окр-ти с. Усть-Урень	$54^0$23’11.3’’	$47^0$04’28.1’’	11	42	ОСКЛ
		$54^0$24’02.6’’	$47^0$05’42.6’’	17	64	ОСКЛ
		$54^0$25’45.6’’	$47^0$11’02.7’’	11	42	ОПУ
152.	Окр-ти с. Грязнуха	$54^0$22’29.8’’	$47^0$07’51.6’’	5	19	ОСКЛ
		$54^0$22’27.1’’	$47^0$10’34.7’’	28	106	ОСКЛ
153.	Окр-ти с. Белозерье	$54^0$20’54.1’’	$47^0$12’48.2’’	59	224	МОСКЛ
		$54^0$19’32.2’’	$47^0$14’07.9’’	18	68	МОСКЛ
154.	Окр-ти Урено-Карлиское	$54^0$16’47.9’’	$47^0$17’11.6’’	5	19	ОСКЛ
		$54^0$17’02.8’’	$47^0$18’51.4’’	6	23	МОСКЛ
155.	Окр-ти с. Базарный Урень	$54^0$18’03.2’’	$47^0$15’13.6’’	17	64	ОСКЛ
		$54^0$18’09.3’’	$47^0$17’27.8’’	11	42	СЗиН
		$54^0$19’36.8’’	$47^0$18’03.2’’	21	80	СЗиН
		$54^0$20’03.2’’	$47^0$17’01.4’’	5	19	СЗиН
156.	Окр-ти с. Языково	$54^0$18’05.5’’	$47^0$19’57.8’’	65	246	МОСКЛ
		$54^0$20’03.2’’	$47^0$17’01.4’’	11	42	МОСКЛ
		$54^0$18’53.1’’	$47^0$24’38.1’’	8	30	МОСКЛ

		54^{0}17’08.2’’	47^{0}25’32.6’’	7	27	МОСКЛ
157.	Окр-ти с.Теньковка	54^{0}21’39.1’’	47^{0}18’43.2’’	24	91	МОСКЛ
158.	Окр-ти пос. Медянский	54^{0}21’19.2’’	47^{0}22’33.7’’	51	193	МОСКЛ
159.	Окр-ти с. Мал. Кандарать	54^{0}23’48.5’’	46^{0}55’05.7’’	23	87	МОСКЛ
Сурский район (n = 689)						
160.	Окр-ти с. Ружеевщино	54^{0}26’29.7’’	47^{0}18’48.5’’	13	49	МОСКЛ
161.	Окр-ти с. Кезьмино	54^{0}27’39.5’’	47^{0}17’04.3’’	29	110	МОСКЛ
162.	Окр-ти д. Красная Якла	54^{0}28’36.6’’	47^{0}15’07.2’’	42	159	МОСКЛ
163.	Окр-ти д. Александрия	54^{0}28’46.4’’	47^{0}19’59.8’’	3	11	ОПУ
164.	Окр-ти д. Богдановка	54^{0}30’18.9’’	47^{0}21’35.2’’	17	64	МОСКЛ, СБС
165.	Окр-ти с. Чеботаевка	54^{0}32’45.4’’	47^{0}12’49.3’’	19	72	МОСКЛ
166.	Окр-ти с. Неплевка	54^{0}32’45.2’’	47^{0}15’53.0’’	5	19	МОСКЛ
167.	Окр-ти с. Атяшкино	54^{0}32’45.4’’	47^{0}12’49.3’’	11	42	МОСКЛ
168.	Окр-ти с. Помаево	54^{0}36’29.6’’	47^{0}10’46.7’’	8	30	ОСКЛ
169.	Окр-ти с. Никитино	54^{0}27’39.0’’	47^{0}06’17.6’’	10	38	ОСКЛ
170.	Окр-ти с. Степановка	54^{0}25’44.2’’	46^{0}55’50.8’’	3	11	ОСКЛ
171.	Окр-ти пос. Сурское	54^{0}29’19.5’’	46^{0}42’31.2’’	7	27	МОСКЛ
		54^{0}29’28.3’’	46^{0}43’35.0’’	15	57	МОСКЛ
	Всего по области:			**6071**	**22981**	

* * Принятые обозначения:

ОСКЛ - остепненные склоны
СБС - степные балочные системы
СЗиН - степные залежи и неудобья
ОПУМ – меловые остепненные плакорные участки
МОСКЛ - меловые остепненные склоны
ЗП - некультивируемые поля
КП – культивируемые поля
СХД - суходолы и суходольные степные балки
ОПУ - остепненные плакорные участки
СПП - скотопрогонные полосы и сбои
ЛСУ - лесостепные участки
ПЛ - поля

Средняя площадь обнаруженных поселений (n=319) степного сурка составила 1.2 км^2 при пределах изменений от 0.01 до 14.66 км^2. Плотность зверьков в поселения колеблется в широких пределах – от 3 до 937 ос/км^2, при этом в среднем она равна 160 ос/км^2. Этот показатель превосходит значение 30 ос/км^2 – критерия, свидетельствующего ограничения воспроизводства и начала деградации популяции сурков. Однако при пересчете на пригодные местообитания в районе исследований этот показатель значительно ниже и составляет не более 15 ос/ км^2 [5].

Список литературы

1. *Абрахина И.Б., 1983. Восстановление колоний байбака в Ульяновской области // Мат. Всесоюзн. совещ. «Охрана, рациональное использование и экология сурков». М.:ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН. С. 5-9.*

2. *Дмитриев А.В., Леонтьева М.Н., Абрахина И.Б. и др., 1994. Современное состояние и перспективы реакклиматизации байбака (Marmota bobak Müll.) в Поволжье // Сб. науч. трудов «Актуальные проблемы исследований сурков». М.: ABF. С. 45-62.*
3. *Колесников В.В., 2011. Ресурсы и управление популяциями степного (Marmota bobak), серого (M. baibacina) и монгольского (M. sibirica) сурков. Автореф. дисс… докт. биол. наук. Киров: ВНИИОХЗ. 43 с.*
4. *Машкин В.И., 1997. Европейский байбак: экология, сохранение и использование. Киров: ВНИОЗ. 160 с.*
5. *Р.В. Наумов, А.А. Кузьмин, С.В. Титов. Современное состояние популяций степного сурка в Ульяновской области // Млекопитающие Северной Евразии: жизнь в северных широтах : мат-лы Междунар. науч. конф. (6–10 апреля 2014 г., Сургут) / Сургут. гос. ун-т ХМАО – Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ 2014. – С. 205–206.*

УДК 574.635(470.40)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНВАЗИИ В ЭКОСИСТЕМАХ ПОЙМ РЕК СУРЫ И ХОПРА В ПРЕДЕЛАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

© ***Е.А. Дудкин,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.И. Иванов,*** *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

BIOLOGICAL INVASIONS IN THE FLOODPLAIN ECOSYSTEMS OF SURA RIVER AND KHOPER RIVER IN PENZA REGION

© ***E.A. Dudkin,*** *Penza state university (Penza, Russia)*
© ***A.I. Ivanov,*** *Penza state agricultural academy (Penza, Russia)*

В работе рассматривается проблема биологических инвазий в пойменных экосистемах р. Суры и р. Хопра в пределах Пензенской области. Выявлена биологическая инвазия 16 видов растений. Из них наиболее агрессивны: клен ясенелистный, облепиха крушиновидная, эхиноцистис дольчатый и борщевик Сосновского. Среди заносных видов рыб наиболее негативное воздействие на местную ихтиофауну оказывают бычок-ротан и серебряный карась. Акклиматизация видов рыб дальневосточного ихтиокомплекса привела к распространению в регионе опасных для здоровья человека паразитов – кошачьей двуустки и широкого лентеца. Возможным последствием акклиматизации ондатры является исчезновение водяного ореха, а американской норки – сокращение ресурсов водоплавающей дичи и численности местного вида норки европейской.

Ключевые слова: биологические инвазии, сукцессионные процессы, адвентивные виды, экосистемы пойм, водная растительность, интродукция.

The paper considers the problem of biological invasions in floodplain ecosystems of Sura River and Khoper River in Penza Region. Sixteen invasive alien species of plants was revealed. Among them the most invasive: Ash-leaved Maple, Sea-buckthorn, Wild cucumber and Sosnowsky's Hogweed. Among the invasive fish species Chinese sleeper and Gibel carp have most negative impact on the local ichthyofauna. Acclimatized species of far Eastern ichthyofauna led to the spread in the region dangerous for human health parasites – Siberian fluke and Broad fish tapeworm. Possible consequence of acclimatized muskrats is the disappearance of water chestnut. American mink invasion results in a reduction of waterfowl and abundance of European mink.

Key words: biological invasions, successional processes, adventitious species, floodplain ecosystem, aquatic plants, introduction.

E-mail: rcgekim@mail.ru; myrow@yandex.ru

Биологические инвазии – один из наиболее опасных типов антропогенного влияния на природные экосистемы. Внедрение в них чужеродных видов ведет к существенным изменениям сложившихся в течение длительной эволюции биотических связей между отдельными видами. Следствием этого являются нарушения материально-энергетических потоков, консортивных связей и в конечном счете утрата экосистемами такого важнейшего свойства, как способность к саморегуляции или гомеостаз [14]. Устойчивость экосистем к внедрению чужеродных видов не одинакова. Наибольшую резистентность к данному фактору имеют слабонарушенные человеком климаксовые сообщества, характеризующиеся максимальным видовым разнообразием. Наименьшую – соответственно, сообщества, представляющие собой промежуточные стадии первичных или вторичных сукцессий [2;4]. К первым в условиях речных пойм европейской лесостепи относятся широколиственные леса или пойменные дубравы, ко вторым – околоводная древесная растительность, представленная различными видами ив и тополей, а также луговые сообщества, имеющие в основном антропогенное происхождение. В связи с тем, что все они развиваются на покрытых растительностью свежих аллювиальных отложениях, в них, не встречая конкуренции, легко внедряются чужеродные виды.

Сукцессионные процессы протекают и в старичных водоемах. Околоводная и водная растительность в недавнем прошлом испытывала сильное антропогенное влияние, что также способствует распространению адвентивных видов. Кроме того, огромную роль в изменении пойменных экосистем играет глобальное потепление климата. Слабое промерзание почвы в зимнее время ведет к тому, что большая часть снеговой воды впитывается в почву, весенний подъем воды оказывается слабым, поймы не затопляются полыми водами и семена адвентивных видов соответственно не выносятся половодьем. Указанный фактор усиливается строительством плотин, регулирующих сток [8].

Внедрение адвентивных видов в экосистемы пойм в последние десятилетия резко активизировалось. Для изучения этого процесса нами были проведены специальные исследования в поймах рек Суры и Хопра в пределах Пензенской области. Этот регион располагается в 600 км к юго-западу от г. Москвы на западном склоне Приволжской возвышенности. Положение в рельефе определяет особое значение региона в формировании речного стока. По нему проходит водораздел между бассейнами крупнейших рек европейской России – р. Волги и р. Дона. Соответственно здесь располагаются истоки и верховья их важнейших притоков, в частности р. Суры и р. Хопра.

В ходе исследований, проводившихся с 2012 по 2014 г., был изучен видовой состав организмов, вызывающих биологические инвазии пойменных сообществ. Среди них семь видов древесных и девять видов травянистых растений, два вида плоских червей, два вида рыб и два вида млекопитающих.

Среди древесных растений наиболее агрессивным видом является клен ясенелистный или американский (*Acer negundo* L.) [7; 11]. Этот вид активно интродуцировался на территории Пензенской области в конце 40-х – начале 50-х годов, в период компании массового создания противоэрозионных лесополос. В течение 20-30 лет он адаптируется к условиям региона и начинает экспансию в пойменные сообщества [9]. Его важнейшим преимуществом, по сравнению с тополем черным и ивами являются крупные семена, заключенные в плоды-крылатки, имеющие более

высокую энергию прорастания по сравнению с мелкими семенами представителей семейства ивовых. Как показывает сравнение пробных площадей, изучавшихся нами в 1999-2011 гг. в Лунинском районе близ пос. Луговой, доля участия клена ясенелистного в лесных сообществах прирусловой поймы неуклонно растет [8]. Если пятнадцать лет назад на девять стволов ив белой и ломкой приходилось одно дерево клена ясенелистного, то в 2013 на семь стволов ив уже приходилось три ствола клена ясенелистного. Кроме того, последний, в отличие от ив, дает обильный подрост под пологом насаждения, что затрудняет дальнейшее внедрение под полог ивового леса широколиственных пород: вяза шершавого (*Ulmus glabra* Huds.) и дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Это вероятно изменит естественный ход сукцессии и будет препятствовать формированию климаксового сообщества – пойменной дубравы.

В отличие от чистых ивняков кленово-ивовые насаждения имеют иной световой режим. Если для первых характерен разнообразный травяной покров из-за незначительной сомкнутости крон, то вторые в силу особенностей строения крон клена представляют собой тенистые заросли, под пологом которых развиваются лишь угнетенные экземпляры сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria* L.) и крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.). Кроме того, с ивами консортивными отношениями связано большое количество беспозвоночных животных, макро- и микроскопических грибов, изменение условий обитания которых может привести к изменению численности отдельных видов.

Вторым по степени активности внедрения в пойменные сообщества видом является облепиха крушиновидная (*Hippophaë rhamnoides* L.). Ее экспансия связана с широким внедрением этого кустарника как плодового растения на дачные участки в 70-х – 80-х годах XX в. «Бегство» из культуры этого вида началось в конце 80-х – начале 90-х годов XX в. и в начале XXI в. приняло широкие масштабы. Особенно активно облепиха стала внедряться в растительные сообщества песчаных кос и островов, куда ее семена заносились птицами, склевывавшими ягоды на дачных участках. Крупные, по сравнению с семенами ив, семена облепихи, обеспеченные удобрением, с порцией помета при прохождении через пищеварительную систему птицы, имеют значительно более высокую всхожесть и дают более крупные жизнеспособные проростки. Однако их распространение происходит осенью и сохраниться до весны они могут лишь при отсутствии половодья. Поэтому облепиха особенно активно разрастается на тех участках пойм, где зарегулирован сток, т.е. ниже плотин.

Облепиха активно размножается корневой порослью и в занятых ею местообитаниях вытесняет иву шелюгу (*Salix acutifolia* Willd.), формируя чистые труднопроходимые заросли. Интересно фенотипическое разнообразие этих растений. Оно сформировалось в результате гибридизации культурных сортов. В условиях пойм нами отмечены как низкорослые растения с небольшим количеством колючек с крупными раносозревающими плодами, так и высокорослые колючие растения с ярко-оранжевыми, поздносозревающими мелкими плодами. Отмечены также промежуточные формы, в том числе и со светлоокрашенными, почти белыми плодами. Для всех дикорастущих форм характерна устойчивость к грибным заболеваниям. В связи с этим заросли одичавшей облепихи представляют несомненный интерес для использования в качестве исходного материала для практической селекции данной плодовой культуры. Экологические последствия расселения облепихи крушиновидной в

условиях пойм нельзя оценить однозначно. Как и заросли ивовых кустарников, они являются превосходным убежищем для птиц. Однако сокращение местообитаний ивы шелюги ведет и к сокращению местообитаний консортивно связанных с ней насекомых и грибов, в частности очень редких. Кроме того, расселение облепихи, как было показано выше, ограничивается частями поймы, где сток зарегулирован. Там же, где половодье происходит более регулярно, появление этого кустарника не отмечается.

Тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.) и другие виды, относящиеся к секции бальзамических тополей, как и клен ясенелистный, активно интродуцировались в Пензенской области в 40-х – начале 50-х годов XX в. Они высаживались как в лесополосах, так и в культурах в условиях пойм [7]. Как показали наши наблюдения, на влажных песчаных наносах семена тополя душистого прорастают значительно активней, а всходы развиваются значительно быстрее, чем у вида-аборигена тополя черного (*Populus nigra* L.). В связи с этим тополь душистый и близкие к нему заносные виды вытесняют тополь черный, занимая его местообитания. В результате последний становится редким, исчезающим видом. Определенное конкурентное воздействие тополь черный испытывает также со стороны другого заносного вида – тополя белого (*Populus alba* L.) и гибридов последнего с белокорой формой осины. Гибриды представляют интерес с точки зрения лесоводства, т.к. не поражаются осиновой губкой, имеют ровный полнодревесный ствол и плотную светлую древесину с красивой текстурой.

Из древесных растений в поймах изученных рек достаточно широко распространены такие заносные виды, как ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata* Borkh.) и жимолость татарская (*Lonicera tatarica* L.). Однако больших зарослей они не образуют и с местными видами не конкурируют.

Из травянистых растений наиболее широкие масштабы имеет экспансия эхиноцистиса дольчатого (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & Gray) – лианы северо-американского происхождения [16]. В Пензенской области его стали использовать как декоративное растение в конце 60-х – начале 70-х годов XX в. В конце 80-х он адаптировался к пойменным сообществам, где особенно массово стал развиваться среди кустарниковых видов ив. Нередко его численность настолько велика, что заросли приобретают характерный желто-зеленый аспект. Эхиноцистис дольчатый вытесняет местные виды лиан – повой заборный (*Calystegia sepium* (L.) R.Br.), паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.) и хмель обыкновенный (*Humulus lupulus* L.). В связи с большой численностью, ценотическая значимость рассматриваемого вида несомненно высока. Однако вопрос ее оценки требует специальных исследований.

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) был интродуцирован в Пензенской области в конце 60-х годов XX в. в качестве кормового растения, которое планировалось использовать для получения силоса. Последний оказался токсичным для животных и посевы этого многолетнего растения были заброшены. Оттуда борщевик распространился в пойменные сообщества, в первую очередь на залежные земли и луга, где образовал обширные заросли, имеющие тенденции к расширению. Это трудноискоренимый многолетний сорняк, вытесняющий с лугов ценные кормовые травы. Кроме того, он опасен для человека, т.к. контакт с его листьями вызывает ожоги [13].

Из водных растений в поймах изученных рек повсеместно распространена элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.). Внедряясь в пояс

водных растений, она вытесняет редкие виды рдестов, негативно влияя на биологическое разнообразие.

Кроме перечисленных выше, в поймах рек Суры и Хопра отмечены такие заносные виды, как ослинник двулетний (*Oenothera biennis* L.), топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.), козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Lindl.), золотарник канадский *(Solidago canadensis* L.) и циклахена дурнишниколистная (*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen), внедрившиеся в рассматриваемые местообитания в разные годы. Процесс адаптации заносных видов активно идет и в XXI в. В частности, в последние пять лет в пойменных сообществах по р. Мокше активно внедряется тладианта сомнительная (*Thladiantha dubia* Bunge), происходящая из Восточной Азии [13]. Этот вид отмечен также в пойме левого притока р. Суры – р. Узы.

Активное внедрение чужеродных видов испытывает и зообиота. Среди видов, представляющих опасность для здоровья человека, в первую очередь следует указать возбудителя описторхоза или кошачью двуустку (*Opisthorchis felineus* Blanchard). В наибольшей степени рыба семейства карповых заражена описторхиями в наиболее загрязненной части русла р. Суры ниже г. Пензы [3]. Вторым опасным для человека паразитом, личинки которого развиваются в мышцах рыб, является широкий лентец (*Diphyllobothrium latum* L.). Появление этих видов плоских червей было связано с акклиматизацией в европейской части России рыб амурского ихтиокомплекса [6].

Из видов рыб наиболее агрессивным заносным элементом является дальневосточный вид – ротан или головешка (*Perccottus glenii* Dybowski). Эта небольшая рыба появилась в пойменных озерах Пензенской области в начале 80-х годов XX в. и достигла максимальной численности в 1991-1994 гг. Начиная с 1995 г. численность указанного вида начала снижаться. Вероятно это связано с тем, что он исчерпал кормовые ресурсы озер, нанеся громадный ущерб всей зообиоте [5; 10; 12].

Вторым заносным видом, широко распространившимся в пойменных озерах в этот же отрезок времени, является серебряный карась (*Carassius gibelio* Bloch). Обладая более крупными размерами и устойчивостью к неблагоприятным факторам, он вытесняет местный, более ценный с хозяйственной точки зрения вид – карася красного (*Carassius carassius* L.) и вьюна (*Misgurnus fossilui* L.), занимая их местообитания.

Огромный ущерб экосистемам пойменных озер был нанесен акклиматизацией ондатры (*Ondatra zibethicus* L.). Этот грызун, питающийся молодыми побегами водных растений, вероятно является основной причиной вымирания рогульника плавающего (*Trapa natans* L.). Последний, являясь однолетним растением, в результате обкусывания нежных, богатых сахарами побегов ондатрой, мог полностью исчезнуть. Это подтверждается тем, что сроки массового размножения ондатры и исчезновение рогульника совпадают и приходятся на 60-е – 70-е годы XX в. Возможно это стало одной из причин активизировавшегося в эти годы зарастания пойменных озер телорезом алоэвидным (*Stratiotes aloides* L.). Рогульник, образовывающий крайний пояс гидрофитов, сдерживал распространение телореза [15]. После его исчезновения телорез оказался вне конкуренции и начал распространяться по всей поверхности озерных акваторий. Среди фактов, подтверждающих наше предположение, является то, что популяция рогульника сохранилась в устье старого русла р. Суры в черте г. Пензы, где имеет место загрязнение бытовыми

стоками и сточными водами бумажной фабрики «Маяк» [1]. Т.е. в этом водоеме имеет место загрязнение, но отсутствует ондатра, перемещению которой с верховьев старицы препятствует плотина.

Другим фактом, подтверждающим наше предположение, является исчезновение рогульника в пойменных озерах Лунинского района, где он был ранее широко распространен, и источники загрязнения отсутствуют [17].

Еще одним негативным последствием акклиматизации ондатры является ее конкуренция за местообитания с редким исчезающим видом – выхухолью русской (*Desmana moschata* L.). Именно в годы активного расселения ондатры произошло резкое сокращение численности последней.

Акклиматизация американской норки (*Mustela vison* Schreber) привела к вытеснению из пойменных сообществ норки европейской (*Mustela lutreola* L.). Кроме того, американская норка, по многочисленным устным сообщениям охотоведов, активно истребляет выводки водоплавающих птиц, существенно снижая продуктивность охотничьих угодий.

Таким образом, в условиях пойм р. Суры и р. Хопра выявлена биологическая инвазия шестнадцати видов растений. Из них с наибольшей активностью в пойменные сообщества внедряются клен ясенелистный, облепиха крушиновидная, эхиноцистис дольчатый и борщевик Сосновского. Среди заносных видов рыб наибольшее негативное воздействие на ихтиофауну пойменных озер оказывают ротан и серебряный карась. Они вытесняют виды-аборигены, оказывая тем самым деструктивное влияние на экосистемы этих водоемов. Акклиматизация в регионе видов дальневосточного ихтиокомплекса привела к адаптации в популяциях местных видов рыб семейства карповых опасных для здоровья человека видов плоских червей – кошачьей двуустки и широкого лентеца. Одним из возможных последствий акклиматизации ондатры является исчезновение водяного ореха из водоемов, куда вселился этот вид. Расселение американской норки привело к вытеснению из пойменных сообществ норки европейской и сокращению ресурсов промысловой водоплавающей дичи.

Список литературы

1. *Агаева И. В. Реликтовый вид Trapa natans L. в Пензенской области // Мониторинг экологически опасных объектов и природных экосистем. Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 4-7.*
2. *Акатов В. В. Видовой пул, видовое богатство, эффект компенсации плотностью и инвазибельность растительных сообществ / В. В. Акатов, Т. В. Акатова // Российский журнал биологических инвазий. – 2012. – №3. – С. 2-19.*
3. *Беэр С. А. Биология возбудителя описторхоза – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 336 с.*
4. *Вальтер Г. Общая геоботаника: пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 264 с.*
5. *Галанин И. Ф. К вопросу о расселении бычков родов Neogobius и Proterorhinus в прибрежье Куйбышевского водохранилища // Российский журнал биологических инвазий. – 2012. – №1. – С. 32-38.*
6. *Головина Н. А. Ихтиопатология / Н. А. Головина, Ю. А. Стрелков, П. П. Головин и др. – М.: Мир, 2007. – 448 с.*
7. *Емельянов А.В. Клен ясенелистный (Acer negundo L.) в прибрежных фитоценозах р. Ворона / А. В. Емельянов, С. В. Фролова // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – №2. – С. 40-43.*

8. *Зайдфудим П. Х. Стратегия и механизмы инновационного развития долины реки Суры (конвергентное проектирование). Т. I «Мониторинг экологической ситуации в бассейне реки Суры в пределах Пензенской области» / П. Х. Зайдфудим, А. И. Иванов, В. Н. Чупис. – Москва-Торопец: Изд. «РИТА», 2011. – 180 с.*
9. *Иванов А. И. Древесные растения Пензенской области: монография / А. И. Иванов, А. С. Власов, Т. Г. Власова, С. А. Сашенкова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2012. – 264 с.*
10. *Иванов А. И. Проблема биологического загрязнения в условиях памятника природы «Озерный экокомплекс Луговой» // Международный инновационный проект «Ноополис Луговой». Том 1: Проблемы экологической реабилитации природной среды русской деревни. Коллективная монография. – М.: Научная книга, 2002. – С. 100-102.*
11. *Костина М. В. О биологии клёна ясенелистного в зелёных насаждениях Москвы / М. В. Костина, Н. О. Минькова, О. И. Ясинская // Российский журнал биологических инвазий. – 2013. – №4. – С. 32-43.*
12. *Лукина И.И. Распространение ротана (Perccottus glenii Dybowski, 1877) в Беларуси // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – №2. – С. 114-119.*
13. *Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.*
14. *Одум Ю. Основы экологии. – Москва: Мир, 1975. – 140 с.*
15. *Сацердотов Б. П. Флора заповедного участка «Сосновый бор» Куйбышевского государственного заповедника // Тр. Куйбышевского гос. заповедника. – М.: Красный пролетарий, 1939. – Вып. 1. – С. 151-213.*
16. *Силаева Т. Б. Чужеродные виды флоры в бассейне реки Суры // Российский журнал биологических инвазий. – 2011. – №3. – С. 15-23.*
17. *Спрыгин И. И. Материалы к изучению водяного ореха рода Trapa // Материалы к познанию растительности Среднего Поволжья. – М.: Наука, 1986. – С. 291-294.*

УДК 502.313+523.98

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ДИНАМИКУ ПСИХИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ НОВООСКОЛЬСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

© ***А.М. Митряйкина***, *Белгородский государственный национальный исследовательский университет (г. Белгород, Россия)*
© ***М.М. Кладиёва***, *Белгородский государственный национальный исследовательский университет (г. Белгород, Россия)*

INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON DYNAMICS OF THE POPULATION OF MENTAL DISEASE (FOR EXAMPLE NOVOOSKOLSKIY DISTRICT BELGOROD REGION)

© ***M.M. Kladyova***, *Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)*
©***A.M. Mitryaykina***, *Belgorod State National Research University (Belgorod, Russia)*

Проведено сопоставление статистических данных заболеваемости населения Новооскольского района психическими и поведенческими расстройствами с солнечной активностью за 49 лет. Обнаружена статистически достоверная связь данных по динамике заболеваемости и числами Вольфа, разработан ряд рекомендаций населению по проведению профилактических мероприятий.

Ключевые слова: солнечная активность, числа Вольфа, психические и поведенческие расстройства, заболеваемость.

A comparison of morbidity statistics Novooskolskiy district mental and behavioral disorders with solar activity for 49 years. A statistically significant correlation data morbidity and Wolf numbers, as well as a number of recommendations for population prevention.

Key words: solar activity, the Wolf numbers, mental and behavioral disorders, sickness rate.

E-mail: Kladyova.maria@yandex.ru; mitryaykina@bsu.edu.ru

Актуальность изучения солнечной активности и её влияние на человека в настоящее время имеет большое значение, так как активность Солнца играет огромную роль в изменениях геомагнитной обстановки на нашей планете. Жизнедеятельность человека взаимосвязана с процессами, которые происходят в космическом пространстве. Так, геомагнитные возмущения Земли, вызванные солнечной активностью, тесно связаны с появлением различных психических отклонений у человека (психические расстройства и расстройства поведения, в том числе связанные с употреблением психоактивных веществ, алкогольные психозы и другие) [8]. Влияние солнечной активности на психическое здоровье человека и, соответственно, прогнозы, основанные на изучении периодичности активности Солнца, имеют важное экологическое и медицинское значение.

Целью данного исследования является выявление влияния солнечной активности на психические заболевания и расстройства поведения населения. Для этого нами были использованы: данные Центра анализа данных по влиянию Солнца в Бельгии (SIDC) [1], данные архивного отдела Новооскольского района и материалы Государственного архива Белгородской области. Изучение годовых статистических отчетов центральной районной больницы г. Новый Оскол за 1959-2008 г.г. показало совпадение с XX-XXIII одиннадцатилетними солнечными циклами.

Но, прежде чем перейти к анализу данных, следует уточнить само понятие солнечной активности и как она влияет на здоровье человека, а также

дать краткую характеристику района. Новооскольский район расположен в центральной части Белгородской области (Центрально-Черноземный федеральный округ). Площадь территории – 1401 км². В состав Новооскольского района входят 1 городское (г. Новый Оскол) и 17 сельских поселений. Население – 43396 человек (по данным Всероссийской переписи населения 2010 года). Медицинскую помощь населению оказывают 7 лечебно-профилактических учреждений, 34 фельдшерско-акушерских пункта, 17 офисов врачей общей практики [9].

Солнечной активностью называют комплекс различных явлений, происходящих в атмосфере Солнца, которые охватывают сравнительно большие области, поперечником не менее нескольких тысяч километров, и отличаются весьма значительными изменениями со временем физических характеристик соответствующих слоев солнечной атмосферы [4]. Физические процессы на Солнце в основном связанны с появлением и распадом в его атмосфере магнитных полей. Причиной геомагнитных бурь являются определенные процессы на Солнце (вспышки, корональные выбросы масс, протуберанцы, флоккулы и др.). Наиболее изученным видимым проявлением солнечной активности на сегодняшний день являются солнечные пятна (области темного цвета на поверхности Солнца, температура которых на 1000-2000 Кельвинов ниже температуры окружающей их фотосферы).

На основе количества и относительной площади данных областей рассчитывается показатель, называемый числами Вольфа (W). Но эти числа не совсем точно описывают активность Солнца, так как они не учитывают все описанные выше проявления солнечной активности. Расчет чисел Вольфа производится по следующей формуле [7]:

$$W = k\,(f + 10g),$$

где f – число отдельных солнечных пятен на солнечном диске в момент наблюдения, g – число образованных этими пятнами групп, k – поправочный коэффициент места наблюдения (конкретной обсерватории).

Число 10 в этой формуле соответствует среднему числу пятен в одной группе, что позволяет достаточно точно оценить общее число пятен на Солнце даже в тех случаях, когда условия наблюдения не позволяют подсчитать все малые пятна.

Особенностью солнечной активности является наличие в ней циклов, в первую очередь 11-летних, хотя в общем отмечается их широкий спектр − от нескольких минут до многих столетий. В настоящее время достоверно установленными считаются 11-летний (цикл Швабе-Вольфа), 22-летний (цикл Хейла), 30-40-летний (брикнеровский), 80-90-летние или вековые, 500-летние и 1800-1900-летние циклы солнечной активности. В данной работе мы рассмотрим именно 11- летние циклы активности Солнца.

Влияние солнечной активности на возникновение заболеваний установил ещё в 20-х годах А.Л.Чижевский [10]. С тех пор проводятся исследования, накапливаются научные данные, подтверждающие влияние солнечных и магнитных бурь на здоровье человека. Влияние солнечной активности (так называемые, магнитные бури) чувствуют большинство людей. Состояние здоровья человека, особенно больного, самым тесным образом связано с геомагнитным полем и изменяется, порой очень резко, во время магнитных бурь. Особенно обостряются хронические и инфекционные заболевания, чаще происходят нервные срывы. Доказана связь между напряженностью геомагнитного поля и состоянием здоровья человека. Во время

магнитных бурь вдвое увеличивается количество инфарктов и инсультов, обостряются сердечно-сосудистые заболевания, заболевания эндокринной системы [3].

Необходимо отметить, что больной и здоровый организм по-разному реагирует на изменения космических условий. У больных ослабленных, утомлённых, эмоционально неустойчивых лиц в дни, характеризующиеся изменением космических и геофизических условий, ухудшаются показатели энергетики, иммунологической защиты, состояния различных физиологических систем организма, появляется психическое напряжение. А психологически и физически здоровый организм оказывается в состоянии перестроить свои внутренние процессы в соответствии с изменившимися условиями внешней среды. При этом активируется иммунная система, соответственно перестраиваются нервные процессы и эндокринная система; сохраняется или даже увеличивается работоспособность. Субъективно это воспринимается здоровым человеком как улучшение самочувствия, подъём настроения.

Имеются сведения, что заболевания печени, почек, некоторые инфекционные, психические расстройства и расстройства поведения, также зависят от протекания магнитных бурь [2]. В конкретном случае мы рассмотрим зависимость динамики психических заболеваний от солнечной активности.

К психическим расстройствам и расстройствам поведения относятся (по данным Международного классификатора болезней 10-го пересмотра, разработанного Всемирной организацией здравоохранения):

- органические, включая симптоматические психические расстройства;
- психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ;
- шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства;
- расстройства настроения (аффективные расстройства);
- невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства;
- поведенческие синдромы, связанные с физиологическими нарушениями и физическими факторами;
- расстройства личности и поведения в зрелом возрасте;
- умственная отсталость;
- расстройства психологического развития;
- эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте;
- психическое расстройство без дополнительных уточнений [5].

На психические расстройства и расстройства поведения влияет не только солнечная активность, они также зависят от биологических факторов: например, наследственной предрасположенности, индивидуальных особенностей организма, его адаптационных способностей, которые изменяются с возрастом, состоянием окружающей среды (город, деревня), а также социальных (например, неблагополучная обстановка в семье).

- При сопоставлении графиков динамики чисел Вольфа с количеством людей, у которых диагноз установлен впервые в жизни, можно понять, как эта статистическая связь проявляется (кривая зависимости имеет зигзагообразный вид) (рис. 1).

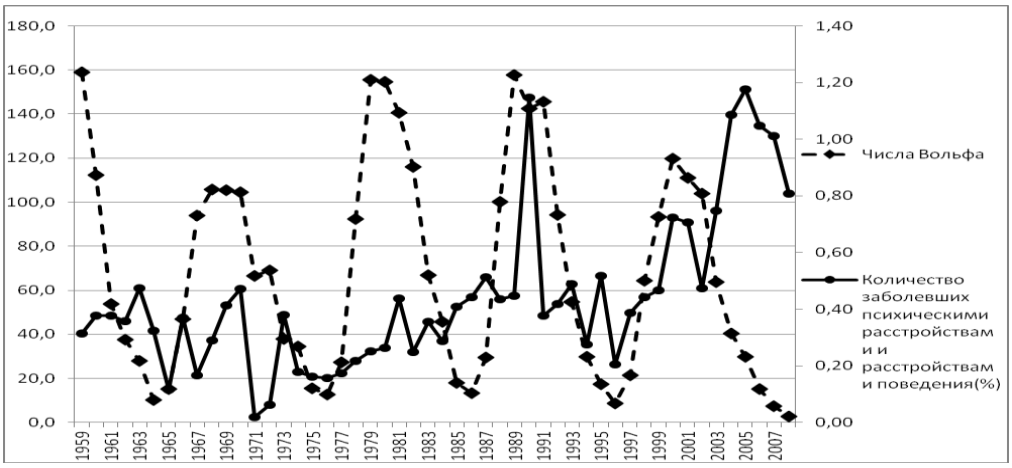


Рисунок 1 – Зависимость между числами Вольфа и количеством психических расстройств и расстройств поведения

Анализ графика позволил выявить, что за исследуемый период нами изучены четыре 11-летних цикла солнечной активности:

- 20-й солнечный цикл, начался в 1964 и закончился в 1975 году с максимумом в 1968. Здесь наблюдается с 1965 г. рост чисел Вольфа и случаев заболеваемости, далее с 1966 г. по 1967 г. заболеваемость падает, а в 1967 году начинает снова расти и достигает максимума через 2 года после пика солнечной активности 1968 года. Далее после максимума заболеваемости прослеживается четкая связь между числами Вольфа и динамикой заболевших (с 1970 по 1972 г.г.). После наблюдается пик заболеваний в 1973 году после роста активности в 1972 году. И с 1974 года по 1980 год заметен постепенный рост.
- И уже в 21-м цикле активности (он начался в 1976 году и закончился в 1985 с максимумом солнечной активности в 1979 году) с лагом в 2 года после максимума солнечной активности наблюдается пик заболеваний, после чего до 1982 года кривая заболеваемости снижается.
- Далее с незначительными колебаниями кривая заболеваемости растет до 1989 года. И в 22-м цикле солнечной активности (длился с1986 г по 1995 г. с максимумом солнечной активности в 1989 году) с лагом в год после максимальной активности Солнца наблюдается резкий скачок заболеваемости на графике – приходится пик заболевших психическими и поведенческими расстройствами (1990 год). Затем в течение года заболеваемость резко уменьшается, а с 1991 по 1993 год растет и в дальнейшем снова уменьшается, как и числа Вольфа. На минимум 23-го цикла активности приходится минимум заболеваний.
- 23-й солнечный цикл начался в 1996 году и закончился в 2007 с максимумом солнечной активности в 2000 г.: после минимальной активности Солнца наблюдается рост числа заболевших вплоть до максимальных значений чисел Вольфа (в пределах цикла). Здесь пик солнечной активности приходится на максимум количества заболевших. Затем число больных падает, как и числа Вольфа до 2002 года. После происходит значительный рост кривой и в 2005 году достигает пика за 3 года до минимума солнечной активности 24-го цикла.

Следует обратить внимание на минимумы солнечной активности:

- за год до минимума 20-го цикла наблюдался резкий скачок заболеваний;

- через год после минимума 22-го цикла также отмечен небольшой подъем заболеваемости;
- также за год до минимума 23-го солнечного цикла наблюдался небольшой пик заболеваемости и уже в 1996 году минимум заболевших.

Таким образом, проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

- максимальные пики количества заболеваний наблюдаются в годы максимальной солнечной активности, либо с лагом в 1-2 года;
- минимумы также отмечены в годы минимальной солнечной активности (23-й цикл) или с лагом в 1 год (20-й цикл);
- нами отмечено, что за один год до (20-й и 23-й циклы) или после (22-й цикл) минимума солнечной активности наблюдаются скачки в динамике заболеваний.

Также выявлено, что активность Солнца непосредственно влияет на численность заболеваний в тот или иной период. В этой связи нами разработан ряд рекомендаций для населения по проведению профилактических мероприятий с целью уменьшения частоты возникновения психических заболеваний. Содержанием психопрофилактики является круг медицинских и социальных мероприятий, предупреждающих возникновение психических заболеваний и значительно уменьшающих вред, наносимый болезнями, повышающих качество жизни душевнобольных [6]. Необходимо:

- быть информированным о приближении «неблагоприятных» для здоровья дней, причем важен именно краткосрочный прогноз;
- заранее проконсультироваться с медиками, чтобы появилась возможность профилактического укрепления здоровья;
- за несколько дней (не менее 7) до предстоящей магнитной бури начать применять успокоительные препараты, можно использовать и нелекарственную терапию, в том числе гомеопатию;
- важна балансировка всего состояния организма: режим дня, правильное питание, здоровый образ жизни, избавление от пагубных пристрастий;
- следует начать закаливание своего организма: очищение, занятия физкультурой и т.д.;
- воротами для вхождения электромагнитных волн в организм служат глаза, их можно защитить очками с затемненными стеклами;
- достаточный (в течение 7-8 ч) сон также помогает снизить метеочувствительность;
- полезно гулять в хвойном лесу, который прекрасно ослабляет действие магнитных бурь;
- также важно регулировать эмоциональную обстановку в семье: родственникам больного необходимо следить за прогнозом активности Солнца, чтобы оградить душевнобольного от излишних стрессов, беспокойств.

Следует помнить, что психические расстройства могут возникать при соматических заболеваниях (например, заболевания сердца и сосудов, эндокринные и т. д.), на которые также влияет активность Солнца. Поэтому таким людям также необходимо принимать профилактические мероприятия по предотвращению влияния солнечной активности, в противном случае, может обостриться не только уже имеющиеся заболевание, но и появиться новое – психические и поведенческие расстройства.

Список литературы

1. *SIDC – Solar Influences Data Analysis Center. – Режим доступа: http://sidc.oma.be/ .– Систем. Требования: IBM; Opera.*
2. *Бреус, Т.К. Влияние «космической погоды» на биологические объекты / Т.К Бреус // Земля и Вселенная. –2009. –№3. – С. 53–62.*
3. *Бреус, Т.К. Магнитные бури. Медико – биологические и геофизические аспекты / Т.К. Бреус, С.И. Рапопорт // Природа.– 2004.– №9.–192 с.*
4. *Витинский, Ю.И. Солнечная активность / Ю.И. Витинский. – М.: Наука, 1983. – 22 с.*
5. *ВОЗ. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем; 10-й пересмотр. Том 1(часть 1) / ВОЗ. – Женева: Медицина, 1995.*
6. *Дворников, А.В. Психопрофилактика. Факторы риска психических заболеваний / А.В Дворников, Д.С. Филатов // Академический вестник. – 2011. –№3. –С. 104-107.*
7. *Кононович, Э.В. Общий курс астрономии / Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – М.: Наука, 1970. –279 с.*
8. *Кравченко, К.Л. Динамика некоторых психических заболеваний в Иркутске и солнечная активность / К.Л. Кравченко, А.В. Коротких, С.А. Язев // Солнечно – земная физика. –2008. –№ 12-2. – С.350–351.*
9. *Официальный сайт муниципального района «Новооскольский район».– Режим доступа: http://www.novoskol.belnet.ru/ – Систем. Требования: IBM; Opera.*
10. *Чижевский, А.Л. Земное эхо солнечных бурь / А.Л. Чижевский. – М.: Мысль,1973.*

УДК 504.53.06:631.6

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ И СОЧЕТАННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ Ni^{2+} И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СЕМЯНА СОИ, ИХ РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФИТОРЕМЕДИАЦИЮ ПОЧВЫ

© ***Л.Н. Ольшанская,*** *Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Энгельс, Россия)*
© ***О.В. Титоренко,*** *Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Энгельс, Россия)*
© ***Л.А. Булкина,*** Поволжский кооперативный институт Российского университета кооперации *(г. Энгельс, Россия)*
© ***Ю.А. Еремеева,*** *Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (г. Энгельс, Россия)*

ION CONCENTRATION NICKEL AND COMBINED EFFECTS Ni^{2+} and UV EXPOSURE SEEDS ON GROWTH, DEVELOPMENT AND SOYBEAN PHYTOREMEDIATION SOIL

© ***Mrs Lubov Olshanskaya,*** *Engels Technological Institute (branch), Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin (Engels, Russia)*
© ***Mrs Olga Titorenko,*** *Engels Technological Institute (branch) Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin (Engels, Russia)*
© ***Mrs Ludmila Bulkina,*** *Volga Cooperative Institute of Russian University of Cooperation (Engels, Russia)*
© ***Mrs Yulia Yeremeeva,*** *Engels Technological Institute (branch), Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin (Engels, Russia)*

Изучено влияние концентрации ионов никеля и длительности воздействия УФ - облучения на процессы всхожести семян, роста, развития сои и фиторемедиацию почвы. Показано, что эффективность очистки почвы и адсорбционная емкость растений сои по ионам Ni^{2+} зависит от концентрации металла и времени действия УФ. Более высокие значения получены при воздействии УФ в течение 1 ч. при концентрации Ni^{2+} в почве 5 ПДК.

Ключевые слова: фиторемедиация почвы, УФ – облучение, катионы никеля, всхожесть семян, рост, развитие растений, эффективность очистки, адсорбционная емкость

The influence of the concentration of nickel cations and duration of exposure to UV - irradiation on the processes of germination, growth and development of soybean and soil phytoremediation. It is shown that the effectiveness of cleaning soil and the adsorption capacity of soybean plants by Ni^{2+} ions depends on the metal concentration and time of action of UV. Higher values obtained by UV exposure for 1 hour at a concentration of Ni^{2+} in soil 5 MPC.

Key words: soil phytoremediation, UV - radiation, nickel cations, germination, growth and development of plants, cleaning efficiency, the adsorption capacity

Важное место при разработке мероприятий по охране природной среды от загрязнения техногенными выбросами занимает изучение поглощения тяжелых металлов (ТМ) растениями. Проблема поступления металлов в растения имеет 3 практических аспекта: во-первых, растения являются промежуточным резервуаром, через который металлы переходят из воды, воздуха и, главным образом, почвы в организмы человека и животных, в связи с чем необходима

разработка методов защиты пищевых цепей от проникновения токсикантов в опасных концентрациях; во-вторых, доказана токсичность тяжелых металлов для самих растений – как для низших, так и для высших, что ставит ряд вопросов о реакции растений на избыток тяжелых металлов в среде; в-третьих, выяснение возможности использования растений в качестве биоиндикаторов загрязненной природной среды тяжелыми металлами [1].

Различные виды растений в значительной степени различаются по способности поглощать тяжелые металлы. Высшие растения меньше накапливают тяжелые металлы и менее устойчивы к повышенным концентрациям, чем низшие. Например, наиболее высокое содержание ртути, кадмия, меди и цинка отмечено в грибах, мхах и лишайниках [2].

Среди тяжелых металлов никель (Ni) занимает особое положение. В отличие от Cd, Pb, Hg, и ряда других металлов, которые не входят в состав ферментов в растениях, Ni является составной частью фермента уреазы и в небольших количествах (0,01-5,0 мкг Ni /г сухой массы) необходим для некоторых видов растений. В то же время он не играет такой существенной роли в метаболизме, которая свойственна Zn и Cu. Однако, как и другие тяжелые металлы, при повышенных концентрациях Ni может оказывать на растения токсическое действие [3], что обусловлено своеобразием его физико-химических свойств.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния концентрации ионов никеля и длительности воздействия УФ - облучения на процессы всхожести семян, роста и развития сои и фиторемедиацию почвы.

В качестве тестовой культуры (фитосорбент) использовали высшее растение соя *(Glycine max)* районированное в Саратовской области. Почва - средний суглинок, характерный для почв Саратовской области. На основании литературных данных [4, 5] были выбраны ПДК металла в почве: 5, 10 и 15. Брали подвижную форму металлов в почве (ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»: ПДК никеля (общесанитарный) 4,0 мг/кг [6].

При изучении влияния УФ излучения на всхожесть, рост и развитие растений, семена сои подвергали облучению с помощью бактерицидной лампы, марки СБПе 3х30 Вт, с постоянным УФ-С излучением длиной волны λ=257 нм в течение 1, 6 и 24 часов.

Измерение массовой концентрации ионов никеля проводили с помощью фотоколориметрического метода. В работе использовали спектрофотометр марки Промэколаб ПЭ 5300 В. Определение никеля проводили с диметилглиоксимом.

Проведенные исследования по влиянию концентрации катионов Ni^{2+} и совместного воздействия Ni^{2+} ультрафиолетового облучения с λ=260 нм на общую всхожесть семян растений сои представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние концентрации никеля и воздействия УФ-облучения в течение 1, 6 и 24 часов на количество всходов семян сои (% от 40 ÷ 50 семян)

Количество всходов, %					
			УФ 1 час		
Дни	К*без Ni^{2+} и УФ	К*без Ni^{2+}	5 ПДК (20 мг/кг почвы)	10 ПДК (40 мг/кг почвы)	15 ПДК (60 мг/кг почвы)
7	18,5	19,1	21,4	9,2	7,2
14	22,6	21,8	23,8	11,2	8,4
21	27,8	26,6	26,5	14,3	10,3

28	28,6	29,1	31,4	18,3	12,2
УФ 6 часов					
7	-	14,7	16,4	2,5	2,6
14	-	16,9	16,4	4,1	3,6
21	-	18,5	19,6	4,1	4,8
28	-	22,4	24,8	4,1	5,8
УФ 24 часа					
7	-	13,4	24,6	22,5	20,5
14	-	18,6	27,6	27,6	28,7
21	-	18,6	29,8	28,6	31,8
28	-	24,2	33,7	28,6	31,8

Установлено, что по сравнению с контролем количество всходов в почвах, содержащих катионы никеля изменилось. Влияние Ni^{2+} на процессы всхожести семян сои весьма неоднозначно. Так, по сравнению с контролем, в почвах, содержащих никель, при концентрациях 5 ПДК всхожесть семян растений несколько увеличилась, а при 10 и 15 ПДК – наблюдалось закономерное снижение всходов сои с увеличением концентрации токсиканта в почве.

Проведенные исследования по влиянию концентрации Ni^{2+} на рост и развитие растений без воздействия УФ-облучения (табл. 2) показали, что по истечении 14 - 21 дней у фитосорбентов без предварительного облучения начали проявляться признаки угнетения роста и отмирание листьев. С увеличением концентрации токсиканта эти процессы усиливались.

Таблица 2 – Влияние концентрации никеля и воздействия УФ-облучения в течение 1, 6 и 24 ч на рост и развитие сои

Воздействие УФ 1 час								
Высота растения, мм					Длина листа, мм			
Дни	К*	5 ПДК	10 ПДК	15 ПДК	К*	5 ПДК	10 ПДК	15 ПДК
7	31	58	30	24	40	15	14	12
14	114	150	73	54	46	20	15	13
21	169	290	143	106	54	25	23	16
28	306	280	220	128	61	17	25	16
Воздействие УФ 6 часов								
Высота растения, мм					Длина листа, мм			
7	31	5	5	4	40	4	5	3
14	114	71	62	42	46	14	16	8
21	169	195	175	66	54	20	25	15
28	306	257	240	185	61	31	31	30
Воздействие УФ 24 часа								
Высота растения, мм					Длина листа, мм			
7	31	6	6	8	40	5	7	5
14	114	100	90	100	46	16	20	15
21	169	241	236	236	54	25	24	21
28	306	329	380	382	61	36	36	37

Практически во всех пробах с загрязненной почвой растения отставали в росте и развитии по сравнению с контролем. Это обусловлено тем, что растения сразу реагируют на присутствие тяжелых металлов в почве. Кроме этого следует отметить, что при больших концентрациях металлов в растениях приоритетными становятся их токсикологические свойства. Токсическое действие избытка металлов, и, в частности, никеля может быть связано с инактивацией ферментов. Образующиеся металлорганические соединения негативно влияют на растения,

защитные механизмы которых не справляются с поступлением больших количеств токсичных металлов, что вызывает сбои в процессе фотосинтеза, и, как следствие, угнетение роста и развития растений снижение их биомассы [7].

Отличительной чертой распределения Ni по органам растений является большое число растений – гипераккумуляторов этого металла, способных накапливать в побегах более 1 г Ni на килограмм сухой массы. В литературе нет единого мнения относительно причин и механизмов гипераккумуляции. Вероятно, это определяется морфофизиологическими особенностями растений, способностью Ni проникать через физиологические барьеры и другими причинами [8].

Известно, что УФ – излучение представляет собой мощный фактор воздействия на растения. Оно стимулирует накопление пигментов, вырабатывает устойчивость к неблагоприятным условиям, ускоряет фотосинтез, увеличивает продуктивность, предотвращает чрезмерное вытягивание, снижает заболеваемость растений, повышает качество плодов. В целом, УФ радиацию можно рассматривать в качестве селекционного фактора, повышающего устойчивость растений [9].

Изучение влияния концентрации никеля и времени воздействия УФ на высоту исследуемых растений позволило установить, что облучение семян сои при малых концентрациях ионов Ni^{2+} оказывают небольшое отрицательное влияние на рост и развитие растений (табл. 2). Эти параметры незначительно увеличивались лишь при концентрациях ионов Ni^{2+} в очищаемой почве (10 и 15 ПДК) при времени облучения ультрафиолетом в течение 24 часов.

Для оценки влияния концентрации ионов никеля, и сочетанного воздействия Ni и внешних физических полей (ВФП УФ) на процессы фиторемедиации почв от тяжелых металлов проводили определение остаточных концентраций металла в почве по ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы почвы общие требования к отбору проб» [10]. Готовили почвенные вытяжки и анализировали содержание в них остаточных концентраций никеля фотометрическим методом [11]

Установлено (рис. 1), что лучшую эффективность очистки почв от ионов никеля показали растения при высоких концентрациях Ni^{+2} (15 ПДК) и воздействии УФ в течение 1 и 6 часов.

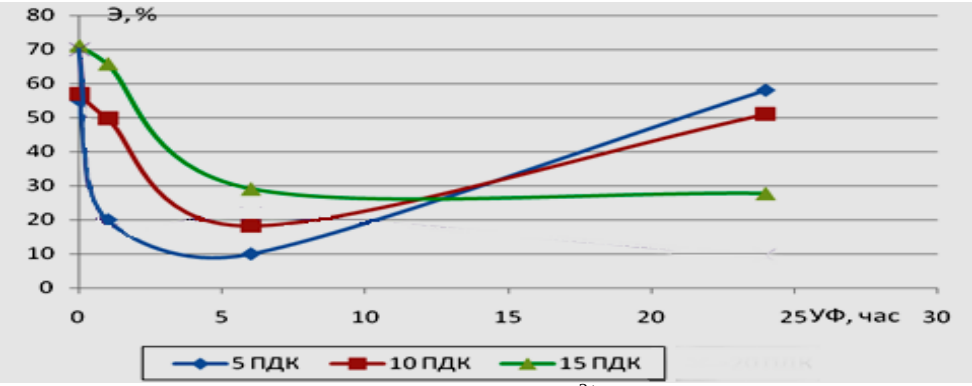


Рисунок 1 – Влияние концентрации ионов Ni^{2+} и длительности воздействия УФ-облучения на эффективность очистки почвы соей

При более длительном облучении ультрафиолетом отмечается его отрицательное воздействие на сорбционные параметры растений сои. При более низких (5 и 10 ПДК) концентрациях никеля в почвах, напротив, отмечалось увеличение эффективности очистки почв при 24 - часовом УФ - облучении семян сои. В этом случае, вероятнее всего, увеличение длительности облучения способствует усилению действия УФ за счет проявления фотоэлектрического эффекта, при котором наблюдается отщепление электронов от белковых образований. Это приводит к изменению «ионной конъюнктуры» в клетках, электрических свойств коллоидов, потенциала на клеточных мембранах растения, к увеличению проницаемости клеточных мембран и ускорению обменных процессов, между клеткой и окружающей средой. Часть поглощенной лучистой энергии превращается в теплоту, способствуя ускорению физико-химических, и биологических процессов, что сказывается на повышении тканевого и общего обмена.

Эффективность очистки почв с помощью растений сои колеблется в районе ~ 50÷71 % при концентрации ионов никеля в почве от 5 до 15 ПДК при 1 и 24 часовом УФ-воздействия на семена. Эффективность очистки почв от ионов никеля растениями при 6-часовом облучении не превышала 10 - 30 %, а без предварительного облучения семян (рис. 1), оказалась сопоставимой с облученными растениями в течение 24 ч.

Адсорбционную емкость растений (A_i, табл. 3) устанавливали по количеству поглощенного соей никеля после сушки и мокрого озоления фитомассы (в расчете на абсолютно сухой вес массы растений).

Для приготовления вытяжек сухую массу растений навеской 2 г помещали в ёмкость, равномерно смачивая каплями бидистиллированной воды и добавляя 4-6 $см^3$ концентрированной азотной кислоты. После выдержки при комнатной температуре 30-40 минут в реакционную смесь добавляли 0,5-1,0 $см^3$ концентрированного раствора перекиси водорода. Полученный раствор (минерализат) количественно переносили через бумажный фильтр, промытый предварительно бидистиллированной водой. Осадок промывали бидистиллированной водой, после чего содержимое колбы на 25 мл доводили до метки бидистиллированной водой и тщательно перемешивали. Полученный раствор анализировали на содержание катионов никеля на спектрофотометре.

Таблица 3 – Адсорбционная емкость растений (28 дней) без и при воздействии УФ - облучения в течение различного времени

Растение	К* A_i, г/кг без УФ и Ni^{2+}	ПДК Ni^{2+}	A_i, г/кг, при действии УФ		
			1 ч	6.ч	24 ч
Соя	4,3	5	5,2	4.2	4,6
		10	4,7	3,8	4,5
		15	4,5	3,4	4,1

Установлено, что с увеличением концентрации никеля в исследуемой почве адсорбционная емкость сои уменьшилась от 5,2 мг/кг (5 ПДК) до ~3,4 мг/кг (15 ПДК), наиболее низкие результаты реализованы при 6 часовом УФ – облучении.

Выводы:

1. Установлено, что в случае сочетанного воздействия никеля и УФ-полей сорбционные параметры сои концентрациях никеля 5 и 15 ПДК оказались несколько выше, чем без ВФП. Это может быть связано с защитными

механизмами метаболических процессов этого растения при воздействии облучения.

2. При концентрациях ионов никеля 5 и 10 ПДК в очищаемых почвах, рекомендуемое время облучения семян – 24 ч, а при концентрации 15 ПДК – 1 и 6 ч.

3. Установлено, что в сравнении с процессами без УФ – облучения растительные клетки поглощают большее количество ионов металла. Вместе с тем, полученные данные подтвердили возможность возникновения стрессового состояния у растений при высокой концентрации токсиканта в растворе и длительном воздействии коротковолнового УФ-облучения (24 ч), которое обладает высокой энергией и способностью к разрыву химических связей. Известно, что при этом белки перестают выполнять свои функции, а нуклеиновые кислоты подвергаются мутациям, в связи с чем, функции клетки нарушаются [12].

Список литературы

1. *Зайцева, И.И. Металлы, элементы питания растений [Текст]/ И.И. Зайцева // Ботанический журнал. – 1999. – № 8. – С.54-56.*
2. *Колесников, С.И. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения [Текст] / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков. – Ростов-на- Дону: Росиздат, 2006. – 81 с.*
3. *Leahy, J. G. Mikrobiol degradation of hydrocardons in the environment [Text] / J.G. Leahy,R. R. Corwell // Mikrobiol. Rev. – 1990. – № 3. – С. 54-57.*
4. *Колесников, С.И. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами [текст] / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков // Почвоведение. – 2002. – №12. – С. 1509-1514.*
5. *Моделирование загрязнения чернозема свинцом с целью установления экологически безопасной концентрации [текст] / С.И. Колесников, М.Г. Жаркова, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков // Экология и промышленность России. – 2009. – август. – С. 34-36.*
6. *ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» – М.: Изд-во стандартов, – 2006. – 8 с. http://www.opengost.ru*
7. *Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы [Текст] / А.В. Линдиман, Л.В. Шведова, Н.В. Тукумова, А.В. Невский // Экология и промышленность России. – 2008. – сентябрь. – С. 45 – 47.*
8. *Евсеева, Т. Механизмы поступления, распределения и детоксикации тяжелых металлов у растений [Текст] / Т. Евсеева, И. Юранева, Е. Храмова // Физиология растений. – 2003. – Т.133. – С. 218 – 229.*
9. *Стржижовский, А.Д. Влияние ультрафиолетовой радиации повышенной интенсивности на растения: вероятные последствия разрушения стратосферного озона [Текст] / А.Д. Стржижовский // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т.39. – С. 683-691.*
10. *ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы почвы общие требования к отбору проб». – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 6 с.*
11. *Собгайда, Н.А. Фотоколориметрический метод определения ионов тяжелых металлов в растворе: методические указания [текст] / Н.А. Собгайда, Е.А. Данилова. – Саратов: Сар. гос. технич. ун-т. –2009. –32 с.*
12. *Bornman, J.F. UV-radiation as an environmental stress in plants [Text] / J.F.Bornman // J. Photochem. Photobiology. – 1991. – V.8, № 3. – P. 337-341.*

УДК 633.3

КОНКУРЕНТНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ В ОДНОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗАХ

© ***Н.И. Слугинова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.П. Слугинов,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

COMPETITIVE RELATIONSHIP COMPONENTS IN ANNUAL AGROTCENOZE

© ***N.I. Sluginova,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***A.P. Sluginov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Рассмотрены экологические преимущества возделывания однолетних бобово-злаковых агроценозов перед монопосевами. Результаты исследований доказывают зависимость конкурентоспособности компонентов смеси от биологических особенностей видов бобовых и злаковых растений, норм высева трав и сроков уборки.

Ключевые слова: травосмеси**,** агроценоз, аллелопатия, азотонакопители, азотопотребители, межвидовая конкуренция, коэффициент конкурентоспособности.

The ecological advantages of cultivation of annual legume-cereal agrotcenozov monoposevami before. Research results prove dependence of competitive components of the mixture on the biological characteristics of species of legumes and cereals, grass seeding rates and harvesting times.

Key words: annual legumes, cereals, grass mixture, agrocenosis allelopathy, azotonakopiteli, azotopotrebiteli, interspecific competition, competitiveness factor.

E-mail: princess_natalia@mail.ru

Техногенная нагрузка на биогеоценозы Среднего Поволжья в отдельных районах превышает среднероссийские показатели.

Современное земледелие базируется на широком использовании минеральных удобрений как основного средства повышения плодородия почвы и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Однако, избыточное, недостаточно обоснованное, их использование приводит к загрязнению почвы, а также накоплению их, в продовольственных товарах, кормах, поверхностных и грунтовых водах. Поэтому большое внимание уделяется применению новых технологий в растениеводстве, которые обеспечивают минимальное воздействие на окружающую среду и максимальную безопасность пищевой продукции. Внедрение экологически безопасных, адаптивных технологий, в том числе смешанных посевов различных культур и сортов, является одной из основных задач в области сельского хозяйства по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия в России [4].

Экологические преимущества смешанных посевов перед чистыми известны давно. Известный русский ботаник и агроном И.Н. Клинген (1890) считает, что человек вначале бессознательно, а затем вполне осознанно подражал окружающей его дикой природе и на этой основе постепенно создал удивительные комбинации смешанных посевов. Самой важной особенностью смешанных посевов, по мнению Клингена, является сочетание зерновых и бобовых культур, то есть истощающих почву, и наоборот, обогащающих ее [6].

В сложных агроценозах мятликовые виды за счет разветвленной мочковатой корневой системы лучше используют воду и питательные вещества

из верхних слоев почвы. Стержневые корни бобовых усваивают эти элементы из более глубоких слоев. Корневая система травосмеси охватывает больший объем почвы, чем одновидовые посевы.

Для искусственных агрофитоценозов особенно важно подобрать растения с благоприятным аллелопатическим влиянием: азотонакопители (бобовые) и азотопотребители (злаковые) [2].

За счет аллелопатического взаимодействия в ризосфере смешанных посевов улучшается азотное питание злаковых культур. Источником азотного питания для злаковых культур может служить азот отмирающих клубеньков и корней бобовых в период вегетации. Подтверждает возможность такого использования и то, что в растениях злаков в смешанных посевах значительно повышается содержание белка по сравнению с чистыми. Содержание белка в зерне повышается на 2,5-3,0% [5].

За счет бобового компонента и повышенного потребления из труднодоступных соединений почвы и из воздуха основных питательных веществ экономятся средства на удобрения. Урожай смесей на 13-17% выше, чем урожай чистых посевов. Более эффективны смешанные посевы в неблагоприятные годы. В севообороте смешанные посевы выполняют важную агротехническую роль. Сомкнутые посевы значительно снижают непродуктивное испарение влаги, хорошо затеняют почву и не оставляют экологической ниши для сорных растений [7].

Смешанные посевы более равномерно расходуют питательные элементы из почвы, полнее предохраняют ее от водной и ветровой эрозии, улучшают микроклиматические условия на орошаемых массивах [4]. Отмечено, что в смешенном агрофитоценозе замедляется скорость распространения возбудителей болезней, снижается их вредоносность, то есть в бобово-злаковых агроценозах поддерживается более высокий уровень экологического равновесия [9]. Только в севооборотах с использованием смешанных посевов прекращается прогрессирующее снижение гумуса и обеспечивается постепенное повышение почвенного плодородия, в том числе и за счет азотфиксации.

Между компонентами смешанных посевов существует взаимопомощь. Большинство однолетних бобовых трав имеет полегающий стебель, поэтому их возделывают вместе с поддерживающими культурами, чаще со злаками [1]. При этом уменьшается полегание бобовых, облегчается механизация их уборки [3].

Смешанные посевы благодаря биологической совместимости компонентов позволяют создавать более густой травостой путем увеличения количества растений и вегетативной массы на 1 га посевов [10]. В них хорошо выражена вертикальная ярусность, которая образуется в основном во второй половине вегетационного периода из-за различий роста компонентов.

Главный механизм взаимоотношений растений в гетерогенном агроценозе – межвидовая конкуренция за одни и те же экологические ресурсы: свет, влагу, элементы питания [11]. Наиболее удобный критерий оценки напряженности конкурентных взаимоотношений – степень изменения продуктивности отдельных особей или популяций растений в агроценозе.

В связи с этим целью наших исследований было выявление биотехнологических параметров для создания высокопродуктивных агроценозов однолетних культур.

Почва опытного участка представлена среднемощным тяжелосуглинистым выщелоченным черноземом. Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки – 10 м ^{2}. Опыт трехфакторный.

Фактор А. Травосмесь

1. Люпин + ячмень; 2. Люпин + овес; 3. Вика + ячмень; 4. Вика + овес; 5. Горох + ячмень; 6. Горох + овес; 7. Пелюшка + ячмень; 8. Пелюшка + овес.

Фактор В. Соотношение бобового и злакового компонента

1. 75+25%; 2. 50+50%; 3. 25+75%.

Фактор С. Фаза уборки бобового компонента

1. Бутонизация; 2. Цветение; 3. Образование бобов

Нормы высева культур в травосмесях рассчитывались по заданным соотношениям от количественной нормы чистого посева с учетом посевной годности (млн. шт./га):

Культура	Соотношение компонентов, %			
	100	75	50	25
Люпин	1,300	0,975	0,650	0,325
Вика	2,500	1,875	1,250	0,625
Горох	1,400	1,050	0,700	0,350
Пелюшка	1,400	1,050	0,700	0,350
Ячмень	6,000	4,500	3,000	1,500
Овес	6,000	4,500	3,000	1,500

Агротехнические приемы технологии возделывания были общепринятыми для региона.

В данной работе для оценки критерия конкурентной способности компонента использовался показатель – коэффициент конкурентноспособности (Competitive ratio, CR), который был предложен Willey, Rao, 1980.

Определение конкурентной способности проводили по формуле:

$CR = \frac{LERa}{LERb} \times \frac{Zba}{Zab}$, где LERa – биологическая эффективность культуры А, LERb – биологическая эффективность культуры В, Zba – соотношение культуры В к А в смешанном посеве, Zab – соотношение культуры А к В в смешанном посеве и биологической эффективности по формуле: $LER = \frac{Yab}{Yaa} + \frac{Yba}{Yвв}$, где Yaa – урожай культуры А в чистом посеве, Yвв – урожай культуры В в чистом посеве, Yав – урожайность культуры А в смешанном посеве с культурой В, Yва – урожайность культуры В в смешанном посеве с культурой А [8];

Нами установлено, что коэффициент конкурентноспособности компонентов смесей зависел, прежде всего, от биологических особенностей видов бобовых и злаковых растений, норм высева трав и сроков уборки.

Установлено, что полевая всхожесть бобово-злакового агроценоза зависела от соотношения компонентов смеси. Увеличение нормы высева злакового компонента с 25 до 75% сопровождалось повышением полевой всхожести на 10,7%. Сохранность растений также изменялась в зависимости от соотношения компонентов.

Проведенный регрессионный анализ показал, что соотношение компонентов при посеве находится в тесной взаимосвязи с сохранностью растений: $У = -37,6208 + 13,8813x$, $r = 0,70$; $У_1 = 4941,93 – 51,013x$, $r = -0,98$, где У – сохранность бобового компонента, тыс. шт./га, $У_1$ – сохранность злакового компонента, тыс. шт./га, х – количество бобового компонента при посеве, тыс. шт./га.

Самая низкая сохранность отмечена при использовании в качестве бобового компонента люпина узколистного. В этом случае данный показатель в среднем за три года колеблется от 69,4% (25% бобовых) до 75,7% (75% бобовых).

Таким образом, в начальный период роста и развития между компонентами травостоя устанавливаются определенные конкурентные взаимоотношения. Злаковые культуры, особенно овес, оказывают угнетающее воздействие на всходы бобовых и их сохранность.

В наших исследованиях ботанический состав агроценозов изменялся в зависимости от набора компонентов, их соотношения и сроков уборки. При увеличении количества бобового компонента в смеси возрастала и его доля в урожае. Так, при соотношении бобового и злакового компонента 75+25% количество бобовых в урожае было в 2,41-2,65 раза больше, чем при соотношении 25+75%. Наибольшее количество бобовых в травостое отмечено при уборке смесей в фазу образования бобов – в среднем 44,1%, что на 3,5% больше, чем в фазу цветения и на 13,2% – в бутонизацию при соотношении бобовых и злаковых компонентов 75+25%.

Наибольшее количество бобовых в травостое в среднем за 3 года наблюдалось в смесях вика + ячмень и вика + овес – 60,4-65,4% (соотношение 75+25%), наименьшее количество в агроценозах люпин + ячмень и люпин + овес – 12,1-18,5%. На втором месте по количеству бобового компонента находились смеси пелюшка + овес и пелюшка + ячмень – 38,2-47,1%.

Регрессионный анализ показал, что доля бобового компонента в урожае смеси имеет тесную взаимосвязь с урожайностью зеленой массы (r = 0,89) и описывается следующим уравнением: У = 14,172 + 0,230545х, где У – урожайность зеленой массы, т/га, х – количество бобового компонента в урожае, т/га.

Среди бобовых трав наибольший коэффициент конкурентноспособности отмечен при соотношении компонентов 75+25% у вики – 1,66 единицы, затем следует пелюшка – 0,73, горох – 0,63 и замыкает этот ряд люпин – 0,20 (рис. 1). С уменьшением доли бобового компонента в смеси конкурентноспособность бобового компонента снижается в среднем в 2,6-6,2 раза, а CR злакового компонента соответственно повышается в 3,4-3,7 раза. Следует отметить, что среди бобового компонента наименьшее снижение значения CR при уменьшении его нормы высева наблюдается у пелюшки в 2,6 раза, а наибольшее у вики – 6,2 раза. Среди злакового компонента наибольший CR отмечен у овса 4,94 (25+75%), что на 23,5% больше, чем у ячменя.

Конкурентная способность растений зависит и от срока уборки. По мере прохождения фаз развития коэффициент конкурентноспособности изменяется: у бобового составляющего данный показатель увеличивается, а у злакового – уменьшается. Так, в фазу образования бобов CR бобового компонента больше, чем в фазу бутонизации в среднем на 35,7% при соотношении 75+25%, на 22,9% при соотношении 50+50% и на 6,3% при соотношении 25+75%; злакового компонента меньше на 24,6%, 14,0% и 23,7% соответственно.

Наиболее оптимальным злаковым компонентом для бобовых культур во все годы исследований и при всех соотношениях является ячмень. В травосмеси с его участием CR бобового компонента всегда выше, чем в агроценозах с овсом.

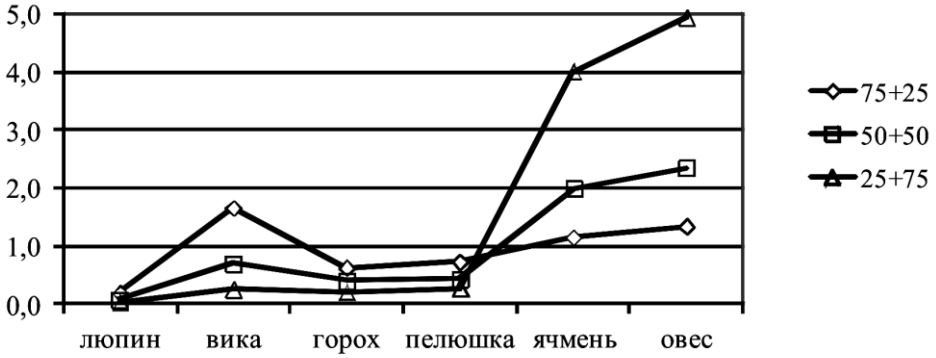


Рисунок 1 - Конкурентноспособность однолетних трав в зависимости от соотношения компонентов

Так, в смеси вика + ячмень в фазу цветения CR бобового компонента составляет 1,84 (75+25%) – 0,30 (25+75%), что на 7,0-25,0 больше, чем в смеси с овсом. Наиболее агрессивным злаковым компонентом является овес, коэффициент конкурентноспособности которого в агроценозе вика + овес при соотношении 25+75% в фазу цветения составляет 4,27, что на 20,6% больше, чем в смеси с ячменем.

В наших исследованиях для оценки критерия биологической эффективности смешанных посевов использовался показатель отношения земельных эквивалентов (Land Equivalent Ratio, LER). С его помощью делается расчет единицы земельной площади, необходимой для получения в монопосеве того количества каждой культуры, которое сформировалось на единице площади смешанного посева.

В среднем за 3 года исследований наибольший коэффициент биологической эффективности отмечен при соотношении компонентов 75+25% в фазу цветения – 1,43, что на 5,1% больше, чем в фазу образования бобов и на 30,0% – в фазу бутонизации. При уменьшении доли бобового компонента в смеси ее биологическая эффективность падает, становясь при соотношении 25+75% меньше единицы, что говорит о том, что в чистом посеве урожайность культур будет выше, чем в смеси.

Регрессионный анализ показал, что между количеством бобового компонента в смеси и коэффициентом биологической эффективности имеется средняя связь (r = 0,69), описываемая следующим уравнением регрессии: У = 0,837917 + 0,011525х, где У – коэффициент биологической эффективности, х – количество бобового компонента в соотношении, тыс. шт./га.

Исследования по изучению биологической эффективности однолетних бобово-злаковых смесей показывают, что данная величина зависит и от состава травосмеси. За три года исследований наибольшая величина LER получена в смеси вика + ячмень (75+25%) в фазу цветения – 1,44-1,94. Данный агроценоз сформировал наибольший коэффициент биологической эффективности при соотношениях 50+50 и 25+75% в фазу бутонизации и образования бобов. Далее по уровню LER следуют смеси пелюшка + ячмень и пелюшка + овес – 1,40-1,90 и 1,30-1,89 соответственно.

Нами установлено, что злаковый компонент оказал значительное влияние на биологическую эффективность смесей. Так, включение в однолетние агроценозы овса способствует снижению LER в среднем на 9,0-11,5%.

Регрессионный анализ показал, что величина биологической эффективности находится в сильной обратной зависимости от конкурентноспособности злакового компонента агроценоза (r = - 0,79) и описывается следующим уравнением:

У = 1,45127 – 0,0242738х,

где, У – коэффициент биологической эффективности, х – коэффициент конкурентноспособности злакового компонента.

Таким образом, биологическая эффективность смешанных агроценозов непосредственно зависит от коэффициента конкурентноспособности как бобового, так и злакового компонента ее составляющего, которые в конечном итоге формируются за счет соотношения компонентов при посеве.

Список литературы

1. *Алейникова Л.Д., Козлов Ю.С. Основы кормопроизводства. – М.: Агропромиздат, 1988. – 191 с.*
2. *Беляк В.Б. Интенсификация кормопроизводства биологическими приемами // Вопросы интенсификации сельскохозяйственного производства в исследованиях Пенз НИИСХ: Сборник научн. трудов за 1995-1999 гг. – Пенза, 1999. – 311 с.*
3. *Богдасарянц Т.Н. Пути решения проблемы кормового белка. Кормопроизводству – комплексное развитие: сборник. – М.: Моск. раб. 1983. – С.221-229.*
4. *Варламов В.А. Агробиологическое обоснование формирования высокопродуктивных смешанных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в лесостепи Среднего Поволжья: Автореф. дисс…доктора наук. – Пенза , 2008. – 56 с.*
5. *Гаврилов А.М. Повышение продуктивности промежуточных культур. - М.: Россельхозиздат, 1984. – С.190-191.*
6. *Дебелый Г.А., Калинина Л.В., Дупляк А.И. Зернобобовые культуры в Нечерноземье. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 125 с.*
7. *Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. - Кишинев «Штиинца», 1990. – 328 с.*
8. *Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов /Под ред. Ламан Н.А., Самсонов В.П., Прохорова В.Н. и др. – Мн.: Навука і тэхніка, 1996. –101 с.*
9. *Сколбин Г.С. Луговое и полевое кормопроизводство. – М.: Колос, 1977.- 253 с.*
10. *Такунов И.П., Кононов А.С. Адаптивный потенциал и урожайность люпина в смешанных агрофитоценозах // Аграрная наука. – 1995. – №2. – С.41-43.*
11. *Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.Н. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002 – 584* с.

УДК 633.19

НАКОПЛЕНИЯ БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ СЕЛЕНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ЕГО В ПОЧВАХ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

© ***В.А. Вихрева,*** *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
© ***А.А. Блинохватов,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Ю.В. Блинохватова,*** *Пензенский артиллерийский инженерный институт (г. Пенза, Россия)*
© ***С.В. Зиновьев,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ACCUMULATION BY BEAN CULTURES OF SELENIUM DEPENDING ON THE CONTENTS IT IN SOILS OF THE PENZA REGION

© ***V.A. Vihreva,*** *Penza state agricultural academy (Penza, Russia)*
© ***A.A. Blinokhvatov,*** *Penza state technological university (Penza, Russia)*
© ***Yu.V. Blinokhvatova****, Penza artillery engineering institute (Penza, Russia)*
© ***S.V. Zinoviev,*** *Penza state technological university (Penza, Russia)*

Статья посвящена изучению зависимости накопления микроэлемента селена бобовыми культурами от содержания его в почве. В статье приведены результаты исследований посвященной данной проблеме.

Ключевые слова: микроэлементы, селен, коэффициент биологического накопления, бобовые культуры.

Article is devoted to studying of dependence of accumulation of a microcell of selenium by bean cultures from the contents it in the soil. Results of researches are given in article to devoted this problem.

Key words: microcells, selenium, coefficient of biological accumulation, bean cultures.

E-mail: bl-anton58@rambler.ru

В последние годы наблюдается возрастающее внимание исследователей к проблеме сбалансированности пищевых продуктов по микроэлементному составу. Важным является установление таких концентраций эссенциальных элементов, при которых химический баланс растения не нарушается, а продукции придаются диетические свойства, то есть сбалансированное соотношение неорганических и органических веществ при сохранении нативных усвояемых форм.

Селен в этом отношении представляет особый интерес, что объясняется не только существованием обширных регионов с недостатком селена в среде обитания, отрицательно влияющим на здоровье человека, а но и усугублением проявлений недостатка селена в результате антропогенных нарушений организованности биосферы в целом, которые вызываются разного вида загрязняющими веществами. [1; 3]

На территории Российской Федерации дефицит селена наблюдается в Ленинградской, Псковской, Вологодской, Ярославской, Кировской, Рязанской, Пермской, Свердловской, Курганской, Иркутской, Читинской областях, Удмуртии, Башкирии, Якутии, в Забайкалье, Приморском крае и Карелии [3; 4; 6].

Вместе с тем дефицит Se иногда наблюдается в районах с нормальным его содержанием в породах и почвах. Это явление отнесено к слабой ассимиляции его растениями, произрастающими на этих почвах.

Поступление селена в растения зависит от многих факторов и, в первую очередь – от почвенных условий: происхождения и химизма почвообразующих пород, генезиса почв, количества органического вещества в них, кислотно-основных свойств, содержания макро- и микроэлементов и других факторов.

Определение содержания селена в черноземах Пензенской области показало, что его количество в верхних горизонтах варьирует в пределах от 59 до 501 мг/кг почвы.

Вместе с тем содержание валового селена в почве дает лишь ориентировочное представление об обеспеченности сельскохозяйственных культур данным микроэлементом. Растения способны использовать только ту часть селена, которая находится в подвижных водорастворимых формах – в виде селенатов и обменно-поглощенных селенитов и некоторых органических соединений.

Исследователи отмечают, что уровень накопления селена растениями, в первую очередь определяется его аккумуляцией в почве [2; 7].

Для квалифицированного заключения о зависимости накопления селена в растениях от валового его содержания в почве необходимо исключить влияние сопутствующих факторов.

Судить о примерном количестве биодоступных форм селена в почве М.П. Капиталбчук предложила по коэффициенту биологического накопления (КБН), который представляет собой отношение количества селена в растениях к его общему содержанию в почве, выраженное в процентах [5].

Накопление селена, семейством бобовых выращиваемых на черноземах Пензенской области, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Накопление селена в растениях семейства Бобовых (Fabaceae) на черноземе выщелоченном (фаза образования бобов)

Культура	Содержание Se, мкг/кг		КБН, %
	в почве	в растениях	
Астрагал нутовый (Astragalus cicer L.)			
- *корни*		253	149
- *стебли*	170	619	364
- *листья*		654	384
- *бобы*		525	309
Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus L.)*			
- *корни*		41	24
- *стебли*	170	114	67
- *листья*		123	72
- *бобы*		109	64
Эспарцет песчаный (*Onobrrychis arenaria K.*)			
- *корни*		44	26
- *стебли*	170	114	67
- *листья*		123	72
- *бобы*		107	63
Клевер паннонский (*Trifolium pannonicum B.)*			
- *корни*		46	27
- *стебли*	170	120	71
- *листья*		128	75
- *бобы*		103	61
Люцерна посевная (*Medicago sativa L.*)			
- *корни*		46	27
- *стебли*	170	120	71
- *листья*		125	74
- *бобы*		106	62
Соя (*Glicine hispida L.*)			
- *корни*		44	26

- *стебли*	170	116	68
- *листья*		124	73
- *бобы*		92	54
Бобы кормовые (*Vicia faba L.)*			
- *корни*		36	21
- *стебли*	170	104	61
- *листья*		128	75
- *бобы*		108	64
Горох полевой (*Pisum arvense L.*)			
- *корни*		32	19
- *стебли*	170	105	62
- *листья*		120	71
- *бобы*		94	55
Люпин многолетний (*Lupinus poliphyllus L.*)			
- *корни*		39	23
- *стебли*	170	116	68
- *листья*		133	78
- *бобы*		108	64

Накопление селена разными частями растений сильно варьировало. Наибольшее содержание было отмечено в листьях и стеблях, минимальное содержание микроэлемента в корнях.

Анализируя данные можно сделать вывод, что практически у всех изучаемых представителей семейства Бобовые (за исключением Астрагала) примерно одинаковая динамика накопления селена. Бобовые культуры хорошо используют селен почвы.

Наибольший КБН был выявлен у Астрагала. Аккумуляция селена в стеблях, листьях и бобах превысило содержание его в почве. Это связано с тем, что Астрагал относится к так называемым селенонакопителям.

Список литературы

1. *Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.*
2. *Голубкина, Н.А. Потребление селена жителями Брянской области в районах радиоактивного заражения / Н.А. Голубкина // Вопр. питания. – 1994. – №4. – С. 3-5.*
3. *Ермаков, В.В. Биологическое значение селена / В.В. Ермаков, В.В.Ковальский. – М., 1974. – 300 с.*
4. *Ермаков, В.В. Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы / В.В.Ермаков // Труды биогеохимической лаборатории. – 1999. – Т. 23. – С. 183-199.*
5. *Капитальчук, М.В. Содержание селена в геокомпонентах на территории Молдовы / М.В. Каптальчук // XIII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. II. – М.: МГУ, 2006. – С. 40-41.*
6. *Кондрахин, И.П.Содержание селена в почвах и кормах Подмосковья / И.П. Кондрахин, А.А. Флорова, Л.А. Леонова, Н.В. Соболева // Лечение и профилактика внутренних незаразных болезней сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат. – 1991. – С. 66-67.*
7. *Sippola, J. Selenium content of soils and timothy in Finland / J. Sippola // Ann. Agric. Fenn. 1979. – V.18. – P.182.*

УДК 502.173:591.5

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ И БИОСФЕРНЫЕ ФУНКЦИИ ДИКОГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ (Rangifer tarandus L.) КАК КОМПОНЕНТА БИОЦЕНОЗОВ ТАЙМЫРА

© ***Н.В. Малыгина***, *Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия)*

ECOCYSTEM SERVICES AND BIOSPHERE FUNCTIONS OF WILD REINDEER (Rangifer tarandus L.) AS ACOMPONENT OF TAYMYR BIOCENOSES

© ***N.V. Malygina***, *Ural Federal University named after the first president of Russia B.N. Eltzin (Ekaterinburg, Russia)*

Статья посвящена дикому северному оленю (Rangifer tarandus L.) Таймыра, который является ключевым компонентом тундровых биоценозов. Рассматриваются его участие как носителя экосистемных услуг и биосферные функции вида. Предполагаются перспективы получения экономической оценки экологических услуг.

Ключевые слова: дикий северный олень, экологические услуги, природные экосистемы, тундровые биоценозы, биосферные функции, монетизация экоуслуг.

This article is devoted to wild reindeer (Rangifer tarandus L.) of Taymyr, which is a key component of tundra biogenoses. Discussion of wild reindeer as some ecosystem services and biosphere functions of specie is suggested. Ecological services economic evaluations perspectives getting is supposed.

Key words: wild reindeer, ecological services, nature ecosystems, tundra biocenoses, biosphere functions, monetization of eco services.

E-mail: adelaviza@gmail.com

Дикий северный олень является одним из компонентов тундровых экосистем. На территории Таймыра это ключевой элемент биоресурса и основной «поставщик» экосистемных услуг.

Таймырская популяция дикого северного оленя (Rangifer tarandus L.) Цель работы определить место и функции дикого северного оленя как составляющей экосистемных услуг на Восточном Таймыре в аспекте биосферных функций природных экосистем Крайнего Севера.

В период инструментального учёта (с 1984 по 2002 гг.) были проведены полевые работы, в том числе более 600 часов наземных и 500 часов авианаблюдений. Место и функции дикого северного оленя как составляющей экосистемных услуг определены, согласно отработанному, отструктуированному и обобщённому подходу (биосферные функции природных экосистем), в работах многих авторов [9; 10; 11; 13; 14; 16; 17; 18].

В настоящее время, благодаря высокой численности этот вид на Таймыре, – важнейшее звено в арктических сообществах, участвуя в круговороте веществ, олени являются первичным консументом, осваивая растительные ресурсы, способствуют накоплению биомассы в экосистеме. Дикие северные олени – животные-мигранты, находятся в постоянном движении в ритме шести-сезонного годового цикла, осваивают огромную территорию, осуществляют горизонтальный перенос веществ и энергии. Ежегодным сбрасыванием рогов (единственный вид, у которого рога сбрасывают и быки и важенки), скелетированными останками падших особей, дикие северные олени играют важную роль в минерализации органического

вещества; уренацией и дефекацией способствуют нитрификации и озолению почвы, щипками-скусами побегов растений (подавлением верхушечной меристемы), способствуют их кущению, воздействуя на растительный покров. Дикие олени играют роль буфера, смягчающего пресс волков на домашних «сородичей», являются одним из сочленов природных очагов бруцеллеза, некробактериоза, саркопториоза [4; 6; 7; 8].

Таблица 1 – Экосистемные услуги и биосферные функции дикого северного оленя как компонента биоценозов Таймыра: сущность услуги и позитивный эффект

Биосферные функции природных экосистем	Экосистемные услуги	Позитивный эффект для природы, хозяйства, населения
1. Прямое и опосредованное воздействие на региональные (Таймыр, восточный Таймыр) и зональные климатические системы за счёт альбедо, транспирации, трансформации теплового режима приземного слоя и пр.	Поддержание природного климатического фона, устойчивости глобального и регионального (зонального) климата	Обеспечение устойчивой природной динамики северной (циркумполярной) биоты, региональной (Таймыр, восточный Таймыр) и зональных экосистем
2. Сохранение биологического разнообразия на генетическом, видовом и экосистемном уровнях	Поддержание природного биоразнообразия на всех уровнях его проявления, оптимального соотношения трофических групп организмов и саморегуляции («биотический контроль»)	Вклад в глобальное разнообразие жизни, саморегуляция численности, разнообразия и обилия разных групп растений и животных-хищников (волки, песцы и пр.), снижение риска природно-очаговых заболеваний (являются сочленом природных очагов бруцеллеза, некробактериоза, саркопториоза),смягчение конфликтных ситуации в оленеводстве(играют роль буфера, смягчающего пресс волков на домашних «сородичей»)
3. Защита почв и грунтов, в том числе и главным образом, пермафроста, от водной и ветровой эрозии, осуществление первичных и вторичных сукцессий при нарушении природного и культурного растительного покрова	Противоэрозионные, почво-, берего- и склонозащитные консервации пермафроста	Почвозащитный эффект за счёт стабилизации теплового режима приземного слоя атмосферы (пермафрост), поддержание высокого уровня продуктивности растительного покрова
4. Формирование биотических рефугиумов для сохранения и воспроизводства видов-мигрантови резидентов в период катастроф природного и антропогенного происхождения	Сохранение системы рефугиумов для видов-мигрантов – зимовки, летовки, возможных остановок в период миграций и мест оптимального размножения (отёла)	Воспроизводство ресурсов животных-мигрантов, содействие выполнению обязательств стран по межграничным договорам (соглашениям) по охране мигрирующих видов, сохранение глобального (циркумполярного) ресурса северной экосистемы, контроль за распространением некоторых природно-очаговых заболеваний, экономический эффект в обеспечении ресурсами коренного населения

5. Обеспечение (в пределах природных флуктуаций) устойчивости геосфер – атмо-, гидро-, педо-, биосферы – за счёт сглаживания аномальных и катастрофических явлений	Поддержание устойчивого состояния атмо-, гидро-, педо-, биосферы в целоми на отдельных участках суши	Благодаря сохранению (кущением) природного растительного покрова предотвращение аномальных и катастрофических природных явлений
6. Биопродукционная функция растительного покрова (основа почти всех пищевых цепей и трофических пирамид на Земле*), формирование первичной и вторичной продукции *исключая хемосинтетические ценозы)	Преобразование биотой солнечной энергии и её передача по трофическим цепям многообразия жизни на Земле	Нормальное функционирование северной биоты и природных экосистем, обеспечение населения биоресурсами (продукцией дикого северного оленя)
7. Создание генетического разнообразия, уникальных природных биологически активных веществ, материалов	Сохранение и поддержание природного генетического и биохимического разнообразия, ресурса организмов, обладающих разными полезными для человека свойствами	Неисчерпаемые генетические ресурсы природного разнообразия для жизнеобеспечения, получения лекарственных средств (возможность для биохимического синтеза новых веществ), выгоды от развития рынка прав на интеллектуальную собственность на генетические ресурсы, традиционные знания и доступ к ним
8. Воспроизводство биологических ресурсов, эволюционно сложившаяся функция «кормящего ландшафта» для коренных малочисленных народов, поселкового, сельского и городского населения	Поддержание глобальной биоресурсной составляющей экосистемных услуг, обеспечение воспроизводства биоресурсов	Потреблениедикого северного оленя как ресурсов промысловой фауны, технического сырья природного происхождения, воспроизводство природного растительного покрова и культурных ландшафтов, эффект сохранения территорий традиционного природопользования
9. Поддержание условий для посещения природных объектов, сохранения оздоровительных функций природных экосистем	Сохранение рекреационных качеств экосистемы, её рекреационной ёмкости и способности к самовосстановлению	Экономический, социальный,образовательный и оздоровительный (гуманитарный эффект) от рекреационного использования природных экосистем, доходы от экологического туризма, любительской охоты, научно-познавательных экскурсий и пр. – коммерческое использование ресурса как природного объекта без изменения его биоразнообразия
10. Создание условий для коммерческого использования объектов живой природы – природных феноменов, сочетаний экосистем, отдельных объектов биоты	Обеспечение духовных потребностей человека-общение прямое и опосредованное, сохранение гедонических ценностей биоты и экосистем	Эффект от восприятия природного объекта, эстетическая, художественная, мемориальная ценность природных экосистем

В экономическом контексте с устоявшимися инструментами учета, которые применяются для измерения ценности традиционной продукции

(товаров и услуг), готовый комплект инструментов для измерения (монетизации) экосистемных услуг, еще не создан [12; 15; 19; 20; 21; 22]. Киотский протокол в определенной степени стал первой попыткой мирового сообщества в глобальном масштабе включить экосистемные услуги, платежи за них и компенсацию отдельным странам в международные и страновые экономические механизмы для борьбы с изменением климата [3]. Хередианской декларацией, разработанной на основе обобщения богатого опыта функционирования систем платежей в различных странах, предложено 10 принципов для определения выгод за экосистемные услуги [2].

Платежи за экосистемные услуги (причем отдельно, а не в составе общих платежей за природные ресурсы) в настоящее время уже достаточно распространены в мире, преимущественно в аграрном секторе. В частности, ежегодные расходы государственного бюджета США для компенсации фермерам расходов на охрану окружающей среды составляют 1,7 млрд. долларов. [1;2]. Можно высказать предположения об экономических механизмах включения дикого северного оленя, как ключевого компонента экосистемных услуг Таймыра, в систему региональных рыночных отношений. Учитывая средообразующую функцию дикого северного оленя, возможно определение стоимости предотвращённого ущерба, либо восстановления при полной потери определённых составляющих экосистемы. Прямые доходы от охоты – стоимости лицензий. Поставки мяса в местные «закрома», что снижает необходимость дорогостоящих поставок мяса мясной продукции из отдалённых регионов. Соответственно, покрытие некоторой части семейного бюджета за счёт экономии расходов на питание (использование продукта охоты). Денежные поступления от различных видов туристической деятельности, прямо и косвенно связанные с диким северным оленем. Косвенная выгода от получения эстетического удовольствия при общении с природным компонентом, с продуктом всех видов творчества, тематически включающих дикого северного оленя. Эти средства целесообразно использовать непосредственно в регионах для проведения компенсационных мероприятий для восстановления экосистемных функций. Для экономической оценки экосистемных услуг и ее использования в реальной экономике можно выделить следующие четыре этапа: идентификация экосистемной услуги; определение ее экономической ценности и выгод, с ней связанных; определение получателя выгод от услуги; формирование механизма платежей (компенсации) за экоуслуги. С точки зрения комплексности оценки и экономической дифференциации экосистемных услуг перспективной является концепция общей экономической ценности (стоимости) [1].

Список литературы

1. *Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. М.: ООО «Типография Левко», Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. 72 с.*
2. *Глазырина И.П. Платежи за экосистемные услуги и Хередианская декларация // Экономика природопользования. 2012. № 5. С. 59-68.*
3. *Данилов-Данильян В.И. Киотский протокол: критика критики // ЭСКО Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». 2003. № 3. URL: http://www.esco-ecosys.narod.ru/2003_3/art60.html Дата обращения: 17 мая 2012 г.*

4. *Забродин В.А. Материалы о некоторых болезнях диких северных оленей Таймырской популяции. // Дикий северный олень СССР. – М. 1975, с.121-129*
5. *Малыгина Н.В. Дикий северный олень Восточного Таймыра. Автореферат канд. дисс.2000. 19 с.*
6. *Малыгина Н.В. Монография. Объект охоты: дикий северный олень (Rangifer tarandus L.) Восточного Таймыра. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2005. 112 с.*
7. *Малыгина Н.В. Хоросинхронная динамика диких северных оленей (Rangifer tarandus L.) на территории Восточного Таймыра как отклик на внешние вызовы // «В мире научных открытий». Красноярск. 2012. № 3.3.39. с. 265-293.*
8. *Павлов Б.М., Савельев В.Д. Дикий северный олень как компонент арктических экосистем // Науч.-тех. бюл. / ВАСХНИЛ, 1976. - Вып. 12-13. - С. 64-67.*
9. *Тишков А.А. Предисловие // Принципы и методы экономической оценки земель и живой природы: Аналитический справочник. Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации». М., 2002. с. 11-14.*
10. *Тишков А.А. Экологические последствия вступления России во Всемирную Торговую Организацию (ВТО) // Изв. РАН. Сер. Геогр. № 4, 2004. с. 7-18.*
11. *Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России / А.А. Тишков; [отв. ред.]; Ин-т географии РАН. М.: Наука, 2005. 309 с.*
12. *Atkinson G., Mourato S. Environmental Valuation: A Brief Overview of 8. Options. — Fifth Milan European Economy Workshop, 26–27 maggio 2006. Working Paper n. 2007 — 07.*
13. *Costanza, R. What is ecological economics? // Ecological Economics, 1989. Vol.1. P. 1-7.*
14. *Costanza, R. d'Arge, R. de Groot et al. The value of the worlds ecosystem Services and natural capital // Nature, 1997, Vol. 386. pp. 253–260.*
15. *Daily G.C., Soderqvist T., Aniar S. et al. The value of nature and nature of value. // Sience. 2000. № 7. P. 8-21.*
16. *Farley J., Schmitt F., Alvez J., J. Ribeiro de Freitas Jr. How valuing nature can transform agriculture // Solutions. 2012. v. 2, № 6. P. 64-73. URL: http://www.thesolutionsjournal.com/node/1014.html (дата обращения: 17.04.11).*
17. *Glazyrina I., Strizhova T. Ecosystem integrity and its implementation in Eastern Siberia // Implementing Ecological Integrity, Kluwer Academic Publishers, P. Crabbe et al (eds). NATO Science Series, IV. Earth and Environmental Sciences. 2000. v. 1. P. 77-88.*
18. *Glazyrina I. Economic Growth, Climate Policy and a Problem of Burden Sharing: Russian Chinese Relationships Case Study. In: M. Mascia, L. Mariani (eds) Ethics /and Climate Change. Scenarios for Justice and Sustainability. CLEUP SC, Fondazione Lanza, Padova. 2010. P. 319-329.*
19. *Maler K., Aniar S., Jansson A. Accounting for ecosystem services as a way to understand the requierements for sustainable development // Proccedings of the National Academy of Siences USA. 2008. P. 105.*
20. *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystem sand Human Well-being 17. // Synthesis Peport. – Island Press, Washington DC, 2005, 160 pp.*
21. *Pagiola S., von Ritter K., Bishop J. Assessing the Economic Value of 18. Ecosystem Conservation // Environmental Economics Series – World Bank, 2004, 58 pp.*
22. *Soderqvist T., Kenward R.E., Whittingham M.J., Arampatzis S., Manos B.D. Identifying governance strategies that effectively support ecosystem services, resource sustainability, and biodiversity. // Proceedings of the National Academy of Sciences.2011.108 (13). P. 5308-5312.*

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ: НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 53.043

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКОПЛИТ

© ***В.В. Рыжаков,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.О. Холуденева,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***М.В. Рыжаков,*** *Московский физико-технический институт (государственный университет) (г. Долгопрудный Московской области, Россия)*

THE FACTORS AFFECTING THE ECOLOGICAL SAFETY AND EFFICIENCY OF THE MANUFACTURING PROCESS ECOPLATES

© ***V.V. Ryzhakov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***A.O. Kholudeneva,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***M.V. Ryzhakov,*** *Moscow Institute of Physics and Technology (State University) (Moscow, Russia)*

В статье рассмотрена взаимосвязь различных факторов, влияющих на экологическую безопасность и энергетическую эффективность технологического процесса изготовления экоплит, используемого в качестве утеплителей в строительстве.

Ключевые слова: экологическая безопасность, энергетическая эффективность, технологический процесс, экоплита.

The article considers the interaction of various factors affecting the ecological safety and energy efficiency of technological process of manufacturing ecoplates used as insulation in construction.

Key words: ecological safety, energy efficiency, technological process, ecoplates.

Для отработки процесса изготовления экоплит [1] необходимо рассмотреть в качестве сопутствующих факторов процесс преобразования электроэнергии, связанной с реализацией процесса сушки отходов бумажного производства (отходов), в тепловую энергию, которую назовем джоулевым теплом, а также процесс рассеивания джоулева тепла в процессе окончательной сушки отходов.

В работе [1] на основе обработки экспериментальных данных, (табл. 1, табл. 2) определены модели: вариаций электропроводимости отходов, прямо пропорциональной электрическому току $i(t)$, протекающему через отходы в процессе сушки

$$\tilde{i}(t) = I_0 e^{-t/\tau_i}, \quad (1)$$

где I_0 - начальное значение тока (при t=0);

τ_i - постоянная времени уменьшения тока,

и вариаций массы $m(t)$:

$$\tilde{m}(t) = m_0 e^{-t/\tau_m}, \qquad (2)$$

где m_o - начальное значение массы скопа (при t=0);

τ_m - постоянная времени уменьшения массы начальной загрузки.

Экспериментальные данные [1] показали, что $\tau_i < \tau_m$, при этом оказалось, что отношение

$$\delta_\tau = \frac{\tau_m}{\tau_i} = 2{,}7 \qquad (3)$$

Этот факт и свидетельствует о влиянии на сушку не только электрического поля между анодом и катодом установки, но влияет и другой фактор, который представляем в виде джоулева тепла.

Определим с учетом (1) энергию, выделившуюся в порции отходов в установке за время протекания тока через отходы (t^*) интегралом (без учета ее затрат на движение частиц воды под влиянием электрического поля)

$$W_0(t^*) = \int_0^{t^*} U_n \cdot I_0 \cdot e^{-t/\tau_i} dt = -U_n \cdot I_0 \tau_i \int_0^{t^*} e^{-t/\tau_i} d\left(-\frac{t}{\tau_i}\right) =$$

$$= -U_n \cdot I_0 \tau_i \cdot e^{-t/\tau_i}\Big|_0^{t^*} = U_n \cdot I_0 \tau_i \left(1 - e^{-t/\tau_i}\right) \qquad (4)$$

где U_n – электрическое напряжение между анодом и катодом экспериментальной установки [В];

t^* - время, при котором электрический ток через скоп практически не равен 0 (с точностью до погрешности контролирующего прибора), [ч].

Тогда W_0 будет измеряться в [Дж].

Таблица 1 – Энергия, выделившаяся в отходе за время t^* наблюдения, задаваемым дискретными значениями

t^*,ч(с)	0	0,08 (288)	0,16 (576)	0,25 (900)	0,33 (1188)	0,42 (1512)	
$W_0(t^*)$, Дж	1128,672	4010,244	8622,72	13494,25	19486,66	1128,672	
t^*,ч(с)	0,5 (1800)	0,58 (2088)	0,66 (2376)	0,75 (2700)	0,83 (2988)	0,91 (3276)	1 (3600)
$W_0(t^*)$, Дж	25069,32	30764,59	36495,36	42928,11	48599,82	54215,83	60458,04

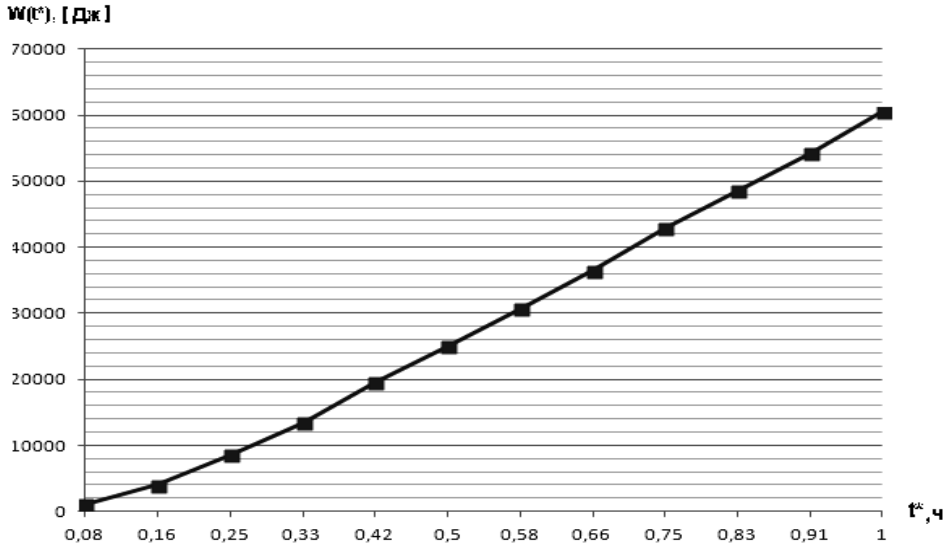


Рисунок 1 – График вариаций энергии, выделившейся в порции отходов в установке за момент времени действия тока ($i(t) \neq 0$)

При переходе к оцениванию температуры порции энергию $W_0(t^*)$ необходимо выразить через калории, представляющие тепло $(Q_0(t^*))$, аккумулированное в порции.

Выразим удельную (осредненную) теплоемкость исследуемой массы $(\bar{c}_c)$ с учетом содержания влаги (воды) и бумажных отходов в виде

$$\bar{c}_c = \delta_в c_в + c_o(1-\delta_в), \tag{5}$$

где $\delta_в$ – относительная доля воды в порции энергию отходов;

$c_в$ - удельная теплоемкость воды [Кал/г·Cº];

$1-\delta_в$ - относительная доля чистых отходов в порции отходов с водой;

c_o - удельная теплоемкость отходов [Кал/г·Cº].

Так как в процессе сушки масса воды в порции отходов уменьшается, то с учетом (2) ее текущая доля выразится так

$$\delta_в(t) = \delta_{во} e^{-t/\tau_m}, \tag{6}$$

где $\delta_{в0}$ – начальное значение доли воды в порции отходов в установке;

и тогда (5) можно переписать в конкретизированном виде с учетом временных изменений,

$$\bar{c}_c(t) = \delta_{во} \cdot e^{-t/\tau_m} \cdot c_в + \left(1-\delta_{во} \cdot e^{-t/\tau_m}\right) \cdot c_o, \tag{7}$$

С учетом (2), (4) и (7) можем найти выражение текущего значения температуры порции отходов в установке, которое, в свою очередь, позволит оценить температуру процесса сушки.

$$\left[\delta_{во}\cdot e^{-t/\tau_m}\cdot c_в+\left(1-\delta_{во}\cdot e^{-t/\tau_m}\right)\cdot c_o\right]\cdot m_o\cdot e^{-t^*/\tau_m}\left(T^*-T_o\right)=$$
$$=k_n\cdot U_n\cdot I_o\cdot\tau_i\left(1-e^{-t^*/\tau_i}\right), \qquad (8)$$

где T_o – начальное значение температуры порции отходов;
T^* - текущее значение температуры;
k_n – коэффициент перевода Дж в калории (0,000000238).
Из (8) следует

$$T(t^*)=T^*=T_o+\frac{k_n\cdot U_n\cdot I_o\cdot\tau_i\left(1-e^{-t^*/\tau_i}\right)}{\left[\delta_{во}\cdot e^{-t/\tau_m}\cdot c_в+\left(1-\delta_{во}\cdot e^{-t/\tau_m}\right)\cdot c_o\right]\cdot m_o\cdot e^{-t^*/\tau_m}}. \qquad (9)$$

По данным $(t_i\ ,\ m_i)$ с момента t_k , соответствующего $I(t_k)=0$, следует оценить постоянную времени $\tau_m^{(k)}$, которая позволит с учетом вида модели (2) определить понижение влажности порции отходов в установке за счет пассивного процесса сушки, например за время $3\tau_m^{(k)}$, и представленного моделью

$$\Delta m_{on}=m_o\left(t_k\right)-m_o\left(t_k+3\tau_m^{(k)}\right)=m_o e^{-t_k/\tau_m}-m_o e^{-t_k/\tau_m}\cdot e^{-\left(t^*-t_k\right)/\tau_m^{(k)}}=$$
$$=m_o e^{-t_k/\tau_m}\left(1-e^{-\left(t^*-t_k\right)/\tau_m^{(k)}}\right) \qquad (10)$$

где $(t^*\text{-}t_k)$ для расчета принято равным $3\tau_m^{(k)}$;
t^*- текущее значение времени, используемое при расчетах;
индекс в Δm_{on} - соответствует процессу пассивной сушки.

Далее принимая значения $\bar{c}_c$=0,779 Кал/г·ºС, $\delta_в$ = 0,687, $c_в$ = 1 Кал/г·ºС, $1-\delta_в$ = 0,313, c_o = 0,36 Кал/г·ºС, I_0 =2,301 А, τ_i = 0,31632ч , τ_m = 0,85408ч, T_0=20°С, k_n=0,000000238, U_n=24В, t_k = 1 выполним расчеты по оцениванию T^* и остаточную влажность порции отходов.

При расчетах T^* шаг дискретизации был принят равным 5 мин (0,08 ч.), а t_k по данным экспериментов оказался равным 60 мин (1 час).

Результаты расчетов представлены таблицей (табл.2, рис. 2).

Таблица 2– Результаты измерений температуры в ходе эксперимента

t^*,ч	0	0,08 (288)	0,16 (576)	0,25 (900)	0,33 (1188)	0,42 (1512)	0 , 5 (1800)	0,58 (2088)	0,66 (2376)	0,75 (2700)	0,83 (2988)	0,91 (3276)	1 (3600)
$T,^*$, C^o	20	21	23	28	34	40	49	58	56	50	46	40	36

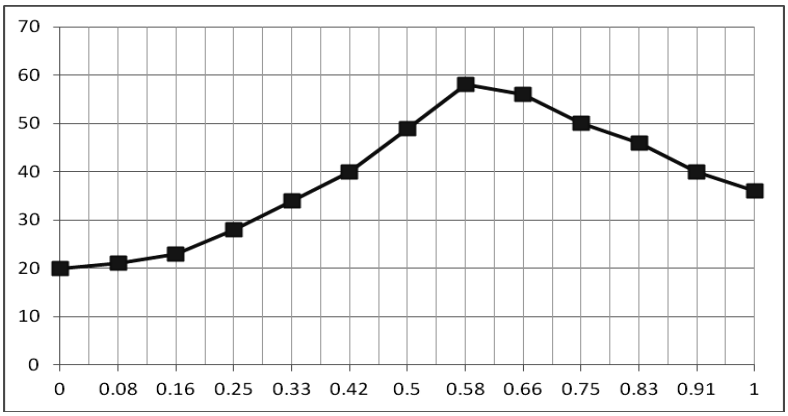


Рисунок 2 – График результатов оценивания температуры порции отходов в установке по данным эксперимента

Расчеты показывают, что джоулево тепло продолжает рассеиваться в течении достаточно длительного времени и тем самым, вызывает дополнительную сушку.

После оценивания Δm_{on} можно найти оставшуюся влажность порции отхода в установке, следуя алгоритму

$$\delta_u(t) = \delta_{во} - \frac{\left(m_o - m_o e^{-t_k/\tau_m}\right) - m_o e^{-t_k/\tau_m}\left(1 - e^{-\left(t^* - t_k\right)/\tau_m^{(k)}}\right)}{m_o} =$$

$$= \delta_{во} - \left(1 - e^{-t^*/\tau_m}\right) - e^{-t^*/\tau_m}\left(1 - e^{-\left(t^* - t_k\right)/\tau_m^{(k)}}\right) = \delta_{во} - \left(1 - e^{-\left(t_k/\tau_m + \left(t^* - t_k\right)/\tau_m^{(k)}\right)}\right) \quad (11)$$

где алгебраическое слагаемое $\delta_1 = \left(1 - e^{-t^*/\tau_m}\right)$- выражает долю сушки за счет электрического тока, а $\delta_2 = \left(1 - e^{-\left(t^* - t_k\right)/\tau_m^{(k)}}\right)$ - долю сушки за счет использования джоулевого тепла $t^* \in \left[t_k; t_k + 3\tau_m^{(k)}\right].$

Обработка экспериментальных данных показывает, что δ_1=0,589 δ_2=0,198. Из этих расчетов следует вывод: дополнительная сушка за счет использования джоулева тепла позволяет значительно снизить влажность порции отходов и тем самым снизить энергетические затраты.

Список литературы

1. *Рыжаков В.В., Купряшин В.А., Холуденева А.О. Особенности технологии утилизации отходов бумажного производства на основе использования электроосмоса. Межотраслевой научно-технический журнал «Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России», 2013, №1.*

УДК 620.97\62-67

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

© ***А.А. Баклин,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Е.Л. Мальцев,*** *ООО «Пенза-Тепло» (г. Пенза, Россия)*
© ***В. Р. Силаков,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Д.А. Асанина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

THE SYSTEM OF HOT WATER FOR SOCIAL OBJECTS BASED ON INNOVATIVE TECHNOLOGIES

© ***A. A. Baklin,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***E.L. Maltsev,*** *OOO «Penza -Teplo» (Penza, Russia)*
© ***V.R. Silakov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***D.A. Asanina,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье рассматривается опыт эксплуатации системы горячего водоснабжения для районной больницы. Система состоит из солнечных коллекторов, теплового насоса и приборов управления. Рассмотрены технико-экономические аспекты применения солнечных коллекторов и тепловых насосов.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, солнечный коллектор, энергосбережение, энергоэффективность.

The article examines the experience of operating the hot water for district hospital. The system consists of solar collectors, heat pump and control devices. Examined the technical and economic aspects of the use of solar collectors and heat pumps.

Key words: hot water, renewable energy, solar energy, solar collector, energy saving, energy efficiency.

Сегодня человеческое общество использует для промышленного производства товаров и услуг, в целях обеспечения своего жизненного цикла, такие природные ресурсы, как нефть, газ, атомную энергию, древесину, уголь. Давно известно, что запасы этих природных ресурсов имеют конечные значения, по крайней мере, в ближайшие сто лет. Полная вырубка леса погубит все живое на планете Земля. Поэтому возникла необходимость стремиться к их бережному расходованию. В отличие от полезных ископаемых и лесных массивов, которыми природа по своему усмотрению щедро наделила (или наоборот обделила) отдельные страны и континенты, солнечная энергия принадлежит всем. Это практически единственный неисчерпаемый, в ближайшие несколько (4-5) миллиардов лет, вид возобновляемой энергии, который доступен всем людям независимо от места их проживания. Следует отметить позитивный уклон в развитии мировой экономики в сторону низкоуглеродной технологии выработки энергетических ресурсов. Практически это современное перспективное инновационное направление на основе новых технологий использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), приводящих к энергоэффективности и ресурсосбережению и направленных на координацию решения широкого класса задач по охране среды обитания, снижения выбросов парниковых газов, в частности CO_2, SO_2, NO_2.

Таким образом, мировое производство переходит к низкоуглеродной экономике, под которой понимается современный подход к социально-экономическим и технологическим системам, имеющим главной целью создание экологически чистых технологий, но без снижения темпов социально-экономического развития любой отрасли промышленности. Необходимо всегда связывать снижение потребления традиционной энергии на ГВС с выбросом парниковых газов. Возникшая проблема глобального потепления, периодическое выпадение кислотных дождей и увеличение количества взвешенных частиц в воздухе в последнее время стало все чаще привлекать внимание мировой общественности. Вредные эффекты парниковых газов хорошо известны научной общественности и специалистам в области экологии. Однако прямой связи с этой проблемой большинство субъектов производителей товаров и услуг не чувствуют, равно как и ответственности за загрязнение окружающей среды. Полезно при формировании количественной связи между использованием традиционной электроэнергии на ГВС и выбросами парниковых газов знать следующие соотношения. Выбросы парниковых газов для экономически развитых стран в среднем имеют следующие значения: CO_2 - от 800г/кВт до 1100г/кВт; SO_2 – от 5,0 г/кВт до 10г/кВт; NO_2 – от 3,4г/кВт до 3,5г/кВт.

Теперь рассмотрим с позиций низкоуглеродной технологии преобразование солнечной энергии в тепловую или электрическую энергии, которое можно осуществлять тремя технико-экономическими способами. Первый способ заключается в использовании плоских солнечных коллекторов (СК), в которых солнечные лучи непосредственно нагревают теплоносящую жидкость (вода, этиленгликоль, соляные растворы и т.п.), используемую для нагрева воды в целях ГВС. Температура нагрева теплоносителя СК может находиться в пределах 40°С-80°С. Коэффициент полезного действия СК может быть 75%-85%. Этот способ наиболее дешёвый и получил широкое распространение. Второй способ также напрямую использует солнечные лучи, но для получения электроэнергии с помощью фотоэлектрических модулей, которые реализованы в виде конструкций солнечных батарей (СБ) или солнечных электростанций башенного или параболического вида. Коэффициент полезного действия СБ может быть в пределах 8%-18%. Этот способ более дорогой, но по сравнению с тепловыми электростанциями экологически безопасен, а с ростом тарифов на электроэнергию может составить конкуренцию традиционным тепловым электростанциям. Третий способ предусматривает получение электроэнергии путём концентрации солнечных лучей на теплоприёмнике двигателя внешнего сгорания (двигатель Стирлинга), который тепловую энергию солнечных лучей преобразует в механическую энергию вращательного движения, которое с помощью привода передаётся на электрогенератор, последний вырабатывает электроэнергию. Коэффициент полезного действия двигателя Стирлинга на солнечной энергии выше, чем у СБ на 22%-32%. Третий способ получения электроэнергии значительно дешевле электроэнергии, вырабатываемой СБ (второй способ). Все рассмотренные технико-технологические способы преобразования солнечной энергии в тепловую или электрическую энергии имеют перспективы на дальнейшее развитие и могут составить конкуренцию традиционным невозобновляемым источникам энергии. Следует отметить, что использование солнечной энергии находит широкое применение даже в таких северных странах, как Швеция, Норвегия и др., не совсем благоприятных для использования солнечной

энергии. Россия же, обладающая большими гелиоэнергетическими ресурсами, по их использованию остаётся пока на одном из последних мест в мире.

Основные причины такого обстоятельства: ограниченность информации о технико-экономических показателях и эффективном использовании солнечных установок; отсутствие отечественного широкого производства собственных разработок по возобновляемым источникам энергии; необоснованно высокие цены на технологическое оборудование и оснастку; малое количество выпускаемой продукции по возобновляемой энергетике.

Рассмотрим технико-экономические показатели применения ВИЭ в Пензенской области. В качестве объекта была выбрана центральная районная больница (ЦРБ) села Бессоновка Пензенской области, получение горячей воды в которой осуществлялась двумя электрическими бойлерами с емкостью по 500 литров и среднесуточным расходом воды 4000 л.

Реализация этого проекта была осуществлена в два этапа. На первом этапе на ЦРБ была установлена автоматизированная солнечная водонагревательная установка (СВУ) на основе шести опытных образцов СК марки «ИНТЭН-1» [4,5] и системы управления. При этом СВУ была включена в схему нагрева воды одного электрического бойлера. Второй бойлер работал в штатном режиме, и вода в нем подогревалась ТЭНом.

В качестве примера приведем расчет величины экономии электроэнергии в ЦРБ с. Бессоновка, которая определялась опытным путем в течение трех летних месяцев для рассмотренных выше двух схем.

Снижение ошибки измерений обеспечивалось:

– за счет создания одинаковых условий функционирования для обоих бойлеров;

– за счет использования одинаковых аттестованных приборов.

Показания счетчиков воды и электроэнергии за период 5.06 – 5.09.2012 г. указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные данные по расходам воды и электроэнергии

Дата	Показания по схеме с солнечным коллектором		Показания по схеме без солнечного коллектора	
	Вода, $м^3$/ч	Эл. энер, кВт/ч	Вода, $м^3$/ч	Эл. энер, кВт/ч
5.06.2012	1171	53866	301	18727
5.07.2012	1255	57718	332	20651
5.08.2012	1339	61582	368	22232
5.09.2012	11434	65997	392	24404

Расчет:

1 Среднемесячный расход воды:

- по схеме с СК:

$$\frac{(1171-1255)+(1255-1339)+(1434-1339)}{3}=87,7м^3$$

- по схеме без СК:

$$\frac{(332-301)+(368-332)+(392-368)}{3}=30,3м^3$$

2 Среднемесячный расход электроэнергии:

- по схеме с СК:

$$\frac{(57718 - 53866) + (61582 - 57718) + (65997 - 61582)}{3} = 4043,7 кВт$$

- по схеме без СК:

$$\frac{(20651 - 18727) + (22232 - 20651) + (24404 - 22232)}{3} = 1892 кВт$$

3 Средний удельный расход электроэнергии за 1 месяц:

- по схеме с СК:

$Э_{уд}$ = 4043,7/87,7 = 46,1 кВт* ч/м^3.

- по схеме без СК:

$Э_{уд}$ = 1892,3/30,3 = 62,5 кВт* ч/м^3.

4 Экономия электроэнергии по удельным расходам составит:

$Э_{уд}$ = 62,5 - 46,1 = 16,4 кВт*ч/м^3.

При расходе воды за август около 95 м^3 экономия электроэнергии в натуральном выражении составила:

$Э_к$ = 95х16,4 = 1558кВт*ч.

При существующих тарифах на электроэнергию в г. Пензе экономия за август по стоимости составила:

$Э_к$ = 1558х3,80 = 5920,4 руб.

За 7 месяцев без отопительного периода экономия составит 41442,8 руб.

Проведенные исследования выявили недостатки опытной конструкции, так как ГВС ЦРБ только от СК объективно не обеспечивает эффективную работу системы круглосуточно и круглогодично.

В тоже время проведенные исследования послужили основанием для серьезного усовершенствования системы и полной реализации инновационного проекта. В настоящее время схема системы ГВС ЦРБ на основе ВИЭ показана на рисунке 1.

Рисунок 1 – Схема горячего водоснабжения центральной районной больницы с. Бессоновка на основе ВИЭ

Система включает в себя 24 СК марки «ИНТЭН-1»: ТН типа «воздух – вода» с воздухозаборником, многофункциональным баком на 500 л; дополнительную емкость на 500 л; счетчик электрической энергии; двунаправленную насосную станцию с расходомером; трубопроводы для подачи холодной воды в ТН; трубопроводы для подачи горячей воды; датчик температуры теплоносителя T_0 на входе в СК; датчик температуры T_1 на выходе из СК; датчик температуры T_2 горячей воды подаваемой потребителю из ТН; электронный контроллер с накопителем информации на карте памяти.

Работа системы заключаются в следующем. Так как на данном объекте применен ТН, состоящий из двух составных частей, одна из которых размещается на стене здания, вторая – внутри помещения, то и его работа зависит от температуры окружающего воздуха [3]. Данная модель насоса AVH24V1 работает при температуре до -25^{o}C, с коэффициентом эффективности от 2,8 до 4,75. При морозах ниже -25^{o}C предусмотрен автоматический переход на подогрев воды при помощи электрических ТЭНов. В период с марта по ноябрь большая часть нагрузки по приготовлению горячей воды приходится на СК марки «ИНТЭН-1» (рис.1). Температура горячей воды на выходе СК определяется погодными условиями.

Для обеспечения работы всех компонентов системы в автоматическом режиме, в том числе и ТЭНов, в схеме также предусмотрена система автоматического управления всеми процессами.

Смонтированная система ГВС в рассмотренной комплектации (рис. 1) полностью, круглосуточно и круглогодично обеспечивает горячей водой ЦРБ с. Бессоновка.

Следует отметить, что опыт использования на рассмотренном и других объектах СК марки «ИНТЭН-1», разработанных в ПензГТУ и серийно производящихся на машиностроительном предприятии Пензенской области, показал хорошие эксплуатационные характеристики для условий средней полосы России.

Таким образом, использование автоматизированной системы горячего водоснабжения, состоящей из СК, ТН и системы управления позволило обеспечить высокую энергоэффективность и надежность работы, а также снять проблему сезонности работы СК.

Список литературы

1. *Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. – М., Энергоатомиздат, 1991.*
2. *ГОСТ Р 51595-2000. Коллекторы солнечные. Общие технические условия.*
3. *Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники. Учеб. пособие. 2-е изд., стер. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2005. 260 с.*
4. *Патент RU 96637 U1 «Солнечный коллектор» от 10.08.2010.*
5. *Патент RU 133595 U1 «Автоматизированный солнечный полимерный коллектор» от 20.10.2013.*

УДК 631.8:631.82

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ

© ***И.А.Шильников,*** *ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*
© ***Н.И. Аканова****, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*
© ***С.Ю. Ефремова,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Н.Ф. Лунина,*** *Санкт-Петербургский ГАУ(г. Пушкин, Россия)*

ECOLOGICAL ASPECTS OF AN INCREASE IN THE EFFECTIVENESS OF CHEMICAL IMPROVEMENT OF THE SOILS

© ***I.A. Shilnikov****, SSI All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry after D.N. Pryashnikov (Moscow, Russia)*
© ***N.I. Akanova****, SSI All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry after D.N. Pryashnikov (Moscow, Russia)*
© ***S.U. Efremova****, Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***N.F. Lunina,*** *St. Petersburg GAU (g. Pushkin, Russia)*

В работе представлены результаты влияния известковых удобрений и известьсодержащих отходов производства на кислотно-основные свойства почв полевых севооборотов. Приводится взаимосвязь уровня применения удобрений с урожайностью сельскохозяйственных культур. Дается прогноз динамики кислотности пахотных почв и обобщаются результаты многолетних опытов по эффективности химической мелиорации. Приводятся результаты опытов с известкованием почв в зарубежных странах.

Ключевые слова: известковые удобрения, почва, мелиорация, земледелие, реакция среды, урожай, дефекат.

Work presents the results of the influence of the lime fertilizers and izvestsoderzhashchikh production wastes on the acid-base properties of the soils of field crop rotations. The interrelation of the level of the application of fertilizers with the productivity of agricultural crops is given. The forecast of the dynamics of the acidity of arable soils is given and the results of the many-year experience on the effectiveness of chemical improvement are generalized. Are given the results of experiences with the liming of soils in the foreign countries.

Key words: the lime fertilizers, soil, improvement, agriculture, the reaction of medium, harvest, purified sugar juice.

К химической мелиорации относятся известкование, гипсование и фосфоритование – приёмы на длительное время повышающие плодородие почв и имеющие большое природоохранное значение. Необходимость их применения в отечественном земледелии обусловлена наличием обширных площадей почв, нуждающихся в оптимизации реакции среды.

Роль известкования кислых почв как фактора урожайности, энергосбережения и природоохранности общеизвестна. Все в комплексе, особенно последняя функция, являются вескими причинами того, что почти во всех развитых странах мероприятия по оптимизации реакции почвенной среды в различном конкретном объеме субсидируются государством.

Агрономическая эффективность известкования была установлена по данным длительных полевых опытов, результаты которых были неоднократно обобщены [1-7]. При этом, главным образом, выявлялась среднегодовая прибавка урожая за ротацию или несколько ротаций севооборота, на основании которой

определялась экономическая эффективность химической мелиорации, окупаемость продукцией тонны $CaCO_3$, влияние на свойства почвы и качество продукции сельскохозяйственных растений и разрабатывались нормативы для планирующих органов. Но за обобщенными цифрами нивелировалось значение известкования в различные по метеорологическим условиям годы, особенно в период засухи, которая регулярно имеет место и в условиях Нечерноземной зоны России.

Исследования, проведенные в нашей стране, показали, что известкование положительно влияет на физико-механические свойства почвы. Поэтому в условиях оптимальной реакции среды увеличиваются объемы использования почвенной влаги возделываемыми культурами из-за более высокой влагоемкости почвы и замедленного испарения влаги [8-11]. Установлено, что в каждый данный момент на известкованных участках абсолютное содержание влаги бывает несколько больше, чем на участках без извести. Поэтому запас физиологически усвояемой воды на известкованных почвах также выше. Однако следует иметь в виду, что в отличие от минеральных удобрений, карбонаты и силикаты кальция не влияют на концентрацию солей в почвенном растворе.

Анализ результатов мониторинга пахотных угодий показывает, что за последний цикл агрохимического обследования (2004-2013 г.г.) по состоянию на 01.01.2013 года в Российской Федерации из обследованных 87,4 млн. га кислые почвы, требующие первоочередного известкования, занимают 34,9% или 30,5 млн. га, из которых 2,6% – сильнокислые почвы. Почвы с наиболее благоприятным уровнем реакции среды – близким к нейтральному (pH 5,6-6,0) распространены на площади 20,4 млн. га, что составляет 20,4% от общей обследованной площади пашни. Почвы, характеризующиеся нейтральной реакцией (pH 6,1-7,5) занимают 31,4% или 27,4 млн. га., почвы с pH выше 7,5 – 11,6 млн. га или 13,3% (рис. 1).

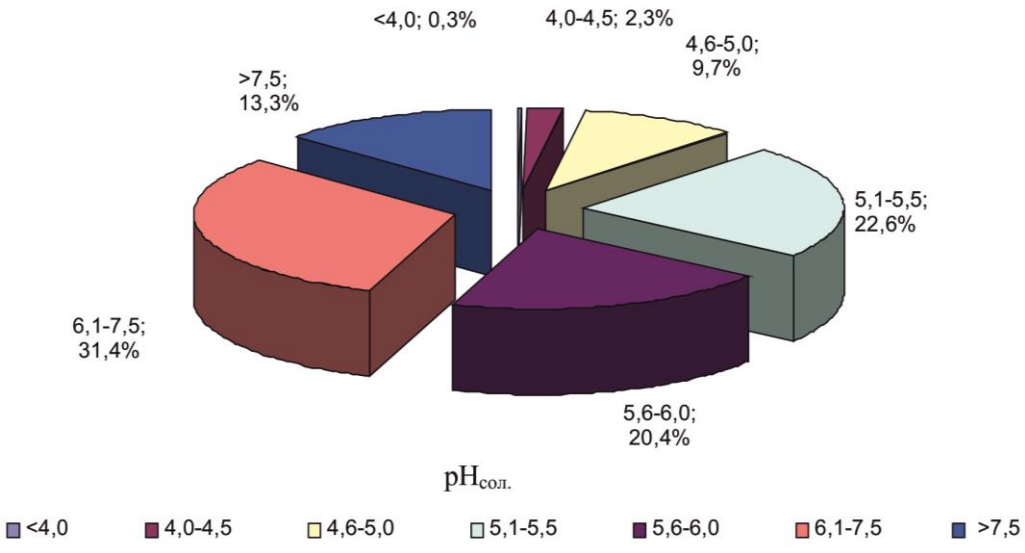


Рисунок 1 – Распределение площадей пашни по показателям кислотности (% от обследованной)

Однако, при значительных площадях почв, нуждающихся в химической мелиорации, а известкование проводится на крайне низком уровне (250-300 тыс.га в год), при необходимых 5-6 млн.га. Ежегодный недобор урожая на этих почвах соответствует потере около 10-12 млн.т. сельскохозяйственной продукции в пересчете на зерно.

Известкование оказывает многостороннее положительное действие на почву, где главное – устранение избыточной почвенной кислотности. Являясь важнейшим фактором урожайности, за ротацию 6-8-польного севооборота 1 тонна $CaCO_3$ например, обеспечивает прибавки урожая сельскохозяйственных культур 6-8 ц/га зерновых единиц. Известкование снижает также отрицательное действие засухи на продуктивность растений в 2-3 раза.

Многообразно значение известкования как природоохранного мероприятия. Оно проявляется в сохранении положительного баланса кальция и магния в корнеобитаемом слое почвы; повышении эффективности минеральных удобрений на 30-40%; снижении в 4-10 раз подвижности в почве тяжелых металлов и радионуклидов и накоплении их в растениях; повышении общей биологической активности почвы, улучшении ее физико-механических свойств.

В современных условиях, когда затраты на известкование одного гектара пылевидной известняковой мукой могут достигать 10 тысяч рублей, высокая стоимость этого мероприятия является главной причиной ничтожных темпов химической мелиорации кислых почв. Применение местных известковых материалов из пород низкой твердости менее (20 МПа) или рыхлых не требующих помола вообще, а также известьсодержащих отходов промышленности позволяет в 1,5-2,0 раза снизить затраты на химическую мелиорацию кислых почв.

Среди известьсодержащих отходов имеется ряд форм достаточно широко исследованных, таких как сланцевая, дефекат и цементная пыль. Их высокая эффективность и экологическая безопасность многократно подтверждены в исследованиях ряда авторов [13-16]. В то же время отличающиеся наибольшим количеством ценных компонентов металлургические шлаки исследованы в меньшей степени, хотя их запасы составляют сотни миллионов тонн и ежегодно увеличиваются на 2 млн.т, вывезенных в отвалы.

Металлургические шлаки, являясь силикатной формой известкового удобрения, содержат комплекс необходимых для растений питательных макро- и микроэлементов, что усиливает их положительное влияние на урожай растений. Результаты длительного полевого опыта Всероссийского научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова (ВИУА) показали, что в течение 30 лет положительное действие металлургического шлака на урожай сельскохозяйственных культур было выше, чем известняковой муки (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние форм известковых удобрений на продуктивность севооборота, ц/га зерновых единиц

Вариант опыта	1968-1976 г.		1977-1983 г.		1984-1990 г.		1991-1998 г.	
	Средняя урожайность	Прибавка	Средняя урожайность	Прибавка	Средняя урожайность	Прибавка	Средняя урожайность	Прибавка
Без извести	44,4	-	30,0	-	37,4	-	30,9	-
Известняковая мука	44,2	-	36,0	6,0	40,1	2,7	33,8	2,9
Металлургический шлак	45,6	1,2	37,9	7,9	41,5	4,1	36,0	5,1

Реакция сельскохозяйственных культур на кислотность почвы и известкование зависит не только от их биологических особенностей, но и от генетической принадлежности почв. Урожайность пшеницы и ячменя возрастает под влиянием известкования: на дерново-подзолистой почве на 2,8-3,3 ц/га; на серой лесной – 2,6-2,2 ц/га соответственно [12;17].

Важной характеристикой, определяющей эффективность агротехнического приема, является окупаемость затраченных средств сельскохозяйственной продукцией, так как она позволяет даже в наше время быстроменяющихся цен оперативно определить на конкретный момент времени экономическую эффективность интересующего нас приема. Окупаемость 1 т активнодействующего вещества металлургического шлака составила 1,45 т, а известняковой муки – 1,01 т зерновых единиц.

Учеными Пензенской ГСХА были проведены исследования по применению дефеката на черноземе выщелоченном в зернопаропропашном севообороте. Исследуемая почва характеризуется по величине $pH_{сол}$, как слабокислая. Пахотный горизонт имеет показатель $pH_{сол}$ на уровне 5,2, подпахотный – 5,4, т.е. с глубиной кислотность почвы снижается. Это обусловлено генетическими особенностями чернозема выщелоченного, у которого наблюдается процесс выщелачивания кальция и магния из верхних горизонтов и образования горизонта с повышенным содержанием карбонатов [9; 11]. Применение дефеката обеспечило уже в первый год действия повышение величины $pH_{сол}$ и переход почвы из класса со слабокислой реакцией в класс с реакцией среды близкой к нейтральной. При этом дозы дефеката 1,5 по Нг и 2,0 по Нг в пахотном горизонте оказывали равное действие на величину $pH_{сол}$, а доза 2,5 по Нг была более эффективней. С увеличением нормы дефеката с 1,5 по Нг до 2,5 по Нг гидролитическая кислотность пахотного горизонта снижалась на 0,94 -1,49 мг-экв/100 г почвы. Исследования также показали, что применение дефеката повышало содержание обменного кальция и магния в пахотном слое почвы.

За последние 20 лет уровень поставок известковых удобрений и ежегодной химической мелиорации кислых почв сократились в 50-100 раз. Вследствие этого идет процесс изменения реакции среды в почве при ежегодном снижении pH на 0,02-0,03. В последнее время выявлены кислые почвы в регионах, где их раньше не было (Саратовская область, Краснодарский край) [18;19].

Рисунок 2 – Применение известковых удобрений в земледелии Российской Федерации (1965-2012 г.г.)

В земледелии Российской Федерации, вследствие крайне низких масштабов известкования (в среднем 250-350 тыс.га ежегодно, что составляет 5-7% от оптимальной потребности), сложился резко отрицательный баланс кальция . Анализ результатов многолетних лизиметрических и полевых опытов показал, что средние годовые потери кальция из почвы составляют не менее 350-450 кг/га в пересчёте на $CaCO_3$. Практика известкования почв подтвердила эту величину. Расчёты показывают, что для компенсации потерь оснований из почвы и поддержания существующего уровня реакции среды необходимо вносить 30 млн. тонн известковых материалов и 10 млн. тонн для устранения избыточной кислотности.

По нашим расчетам к 2020 году площадь кислых пахотных почв увеличится в 1,5-1,6 раза и достигнет 58,4 млн. га; причем более чем в 2,5 раза возрастет площадь пахотных почв с pH 5,0 и менее, которые нуждаются в первоочередном известковании (табл.2). Следовательно, при такой перспективе ежегодный недобор урожая сельскохозяйственных культур на почвах с кислой реакцией среды будет составлять 24-27 млн. тонн в пересчете на зерно. При этом резко снизится качество урожая за счет накопления в продукции токсических веществ и уменьшения полезных компонентов (белка, сахаров, минеральных веществ и др.) [20].

Таблица 2 – Прогноз динамики кислотности пахотных почв в зоне известкования Российской Федерации

Интервалы pH почвы	Исходный – 2003г.		2010г.		2020г.	
	млн.га	%	млн.га	%	млн.га	%
5,6 – 6,0	24,0	40,9	7,2	12,3	2,9	4,9
5,1 – 5,5	22,3	38,2	29,9	51,2	23,5	40,2
4,6 – 5,0	9,4	16,2	17,0	29,2	24,7	42,3
4,5 и менее	2,7	4,6	4,3	7,3	7,3	12,6
Всего	58,4	100	58,4	100	58,4	100
В том числе:						
pH=5,5 и менее	34,8	59,2	51,2	87,7	55,5	95,1
pH=5,0 и менее	12,3	20,9	21,3	36,4	32,0	54,8
pH=4,5 и менее	2,7	4,6	4,3	7,3	7,3	12,6

В Нечерноземной зоне имеется более 6 млн. га почв легкого гранулометрического состава: песчаных и супесчаных, которые, как правило, имеют низкое содержание доступного для растений магния. Среднегодовые потери этого элемента из почвы вследствие вымывания с инфильтрационными водами и выноса урожаями растений в среднем соответствует потере 1 мг магния на 100 г почвы или 30 кг/кг. Никакие магниевые удобрения для компенсации этих потерь в стране не производятся. Решение проблемы оптимизации содержания магния в почве заключается в широком применении магнийсодержащих известковых удобрений (доломитовой, доломитизированной, магнезиальной муки и некоторых известьсодержащих отходов промышленности). Так эффективность магния по данным 76-ти полевых опытов Польши на супесчаных и песчаных почвах была очень высокой: прибавка урожая превышала 1т на гектар, особенно в сочетании с кальцием. Эти данные показывают, что ежегодные потери земледелия страны, если не отрегулировать магниевый режим в почвах, могут достигать 5-6 млн. тонн в пересчете на зерно [21].

Таблица 3 – Влияние Mg на урожай зерновых, в % (т/га) по данным 76-ти полевых опытов (Польша, Г. Малинска, 1984)

Варианты	Прямое действие	Последействие	
	рожь	овес	рожь
NPK	100 (1,64)	100 (1,33)	100 (1,32)
NPK+Mg	162 (2,62)	192 (2,55)	166 (2,19)
NPK+Mg+Ca	177 (2,90)	241 (3,13)	189 (2,49)

В России, опытное хозяйство ВИУА «Волна революции», расположенное в Новозыбковском районе Брянской области на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах никак не могло достичь урожайности зерновых 20 ц/га. После того как все поля были произвесткованы доломитовой мукой средний урожай зерновых составил 35 ц/га, а картофеля на площади 300 га -35 т/га.

Известно, что в Республике Беларусь большой процент почв легкого гранулометрического состава. Широко применяя доломитовую муку, доведя средневзвешенный показатель pH до 5,7 в 2012 году урожай зерновых колосовых по республике составил 37 ц/га, а кукурузы на зерно -45 ц/га. Общее производство зерна составило 1,15 тонн на человека. Проблема магния и оптимальной реакции почвы в Беларуси решена.

Во все рекомендации по химизации земледелия вошло положение, что на кислых почвах эффективность минеральных удобрений снижается на 30-40%, а известкование за счёт лучшего использования азота почвы и удобрений позволяет на 10-20% без ущерба снижать дозы азотных и фосфорных удобрений.

За обобщением данных многолетних опытов нивелировалась роль известкования с различные по метеоусловиям годы, особенно в периоды засухи, которая регулярно имеет место в условиях Нечернозёмной зоны России. Для выяснения этого вопроса проведены анализ результатов длительного полевого опыта, заложенного в Смоленском филиале ВИУА в 1968 году на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, отличающейся сильной степенью кислотности (pH 4,0-4,2) и низкой степенью насыщенности основаниями (25-40%). В опыте исследовалась эффективность периодического известкования, приведённого в 1968, 1977 и 2002 годах.

Первым острозасушливым годом был 1979, когда выпало осадков (мм): в мае 5,9 (11% от нормы), в июне 12,3 (195 нормы). Результаты учёта урожая, приведённые в таблице 4, показали, что прибавки урожая от различных доз $CaCO_3$ и средние по всем вариантам с применением извести существенно не различались. Следовательно, эти экспериментальные данные позволяют утверждать, что эффективность основного и повторного известкования не зависела от метеорологических условий. Если же прибавку урожая брать в отношении к фоновому варианту, то она в среднем составила в условиях нормального по увлажнению года 29-35%, а в условиях засухи – 141%. Следовательно, в условиях экстремального по атмосферным данным года относительная эффективность известкования повысилась в 4,5-5,0 раз.

Таблица 4 – Влияние периодического известкования на урожай ячменя (ц/га) в нормальные по увлажнению и засушливый годы

Варианты опыта	Нормальные по увлажнению годы				Засушливый год	
	1977		1978		1979	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
$N_{90}P_{120}K_{120}$ – фон	38,0	–	31,9	–	7,4	–
Фон + основное известкование	43,9	5,9	37,4	5,5	11,9	4,5
–"– + 0,5 г.к. повторно	48,0	10,0	40,8	8,9	17,2	9,8
–"– + 1,0 г.к. повторно	49,4	11,4	43,6	11,7	19,6	12,2
–"– + 1,5 г.к. повторно	53,7	15,7	48,6	16,7	20,4	13,0
–"– + 2,0 г.к. повторно	51,2	13,2	45,1	13,2	20,0	12,6
Среднее от известкования, ц/га		11,2		11,2		10,4
$НСР_{05}$, ц/га		3,0		3,6		3,0

Аналогичные данные получены на культуре клевера. В условиях засухи периодическое известкование обеспечило удвоение урожая сена клевера, который на фоновом варианте снизился в 3 раза. Относительная эффективность действия извести на урожай в засушливый год была примерно в 2 раза выше.

Крайне засушливым был 2008 год. Урожай ячменя на не известкованной почве по сравнению с 2006 и 2007 годами, которые по метеорологическим условиям были близки к среднемноголетним показателям, снизился в 3,0-3,5 раза. На вариантах с произвесткованной почвой снижение урожая в результате засушливых условий составило 1,9-2,1 раза, то есть было на 37-40% меньше.

Исследование корреляционной зависимости между урожаями клевера, ячменя и физико-химическими свойствами почвы в различные по метеорологическим условиям годы показало, что коэффициенты корреляции были идентичными и различались между собой в пределах 0,02-0,03 при колебаниях значений от 0,75 до 0,83 (табл. 5).

Теснота связи между урожаями ячменя, клевера с pH, гидролитической кислотностью и степенью насыщенности почв основаниями была одного порядка, следовательно, в условиях периодического известкования эти показатели могут быть использованы как для характеристики кислотно-щелочного состояния среды в почве, так и для определения доз и сроков периодического известкования.

Таблица 5 – Корреляционная зависимость между урожайностью культур и физико-химическими свойствами почвы в нормальные по увлажнению и засушливые годы

Факторы взаимодействия	Ячмень			Клевер		
	норм.	засушлив.	норм.	норм.	засушлив.	норм.
	коэффициенты корреляции					
pH и урожай	0,80	0,75	0,81	0,82	0,81	0,82
Нг и урожай	- 0,81	- 0,78	- 0,77	- 0,83	- 0,82	- 0,78
V и урожай	0,81	0,77	0,76	0,82	0,82	0,81

Результаты исследований свидетельствуют о том, что известкование почв с избыточной кислотностью является важнейшим мероприятием по стабилизации урожая в засушливые годы. Особенно это касается яровых зерновых и многолетних трав, так как на периодически известкуемых почвах в экстремальных погодных условиях можно дополнительно получить до 10 ц/га сельскохозяйственной продукции в пересчете на зерновые единицы вследствие улучшения влагообеспеченности растений.

Известкование и фосфоритование оказывают комплексное положительное влияние на качество растительной продукции. Без проведения этих мероприятий нельзя получать высококачественную продукцию, особенно для детского питания.

Присоединение России к ВТО, когда наш биоклиматический потенциал в 2-3 раза ниже, чем в Европе и США, и конкуренты на мировом агропродовольственном рынке находятся в более выгодных условиях ведения сельскохозяйственного производства по сравнению с теми, которые определены для нашей страны [22], ставит еще более жизненно необходимым решение проблемы химической мелиорации почв. Без создания оптимальных уровней реакции среды в почве, состава поглощённых катионов, подвижных форм макроэлементов и доступных микроэлементов невозможно внедрение современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и в целом решения проблем продовольственной безопасности страны.

Список литературы

1. *Алямовский Н.И. Влияние известкования почвы на урожай и качество хлебных злаков.//Известкование почв по данным полевых опытов в СССР. – М., 1941, с. 73-123.*
2. *Кедров-Зихман О.К., Ярусов С.С., Алямовский Н.И. Действие известкования дерново-подзолистых почв на травосмесь клевера с тимофеевкой.// Труды ВИУА. – М., 1955, вып. 31, с. 21-85.*
3. *Кедров-Зихман О.К. Результаты работы лаборатории известкования почв ВИУА (1932-1959г.г.).// Труды ВИУА. – М., 2008, вып. 38, с. 7-28.*
4. *Шильников И.А., Лебедева Л.А. Известкование почв. – М., Агропромиздат, 1987, 171 с.*
5. *Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленов Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М., 2008, 338 с.*
6. *Небольсин А.Н. Известкование почв. – Л., 1983, 280 с.*
7. *Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Теоретические основы известкования почв. – Санкт-Петербург, 2005, 252 с.*

8. *Окорков В.В. Известкование – первоочередная задача стабилизации и экологизации земледелия Нечерноземной зоны.//Современные проблемы и перспективы известкования кислых почв. – Санкт-Петербург, 2010, с. 24-29.*
9. *Надежкин С.М., Лебедева Т.Б., Надежкина Е.В. Экологические аспекты известкования черноземов. – М., 2005, 276 с.*
10. *Кедров-Зихман О.К. Известкование почв и применение микроэлементов. – М., 1957, 430 с.*
11. *Виноградов В.И. Влияние известкования на физические свойства дерново-подзолистых почв.// Труды ВИУА. – М., 1955, вып. 31, с. 499-516.*
12. *Баринова К.Е. Влияние длительного последействия окультуривания почв Нечерноземной зоне на их плодородия, урожайность сельскохозяйственных культур и его природоохранная оценка. М., 2000, автореф. канд. дисс., 26 с.*
13. *Кремзин Н.М. Удобрение и химическая мелиорация почв Кубани используемых под рис. Автореф. канд. дисс. М., 1990. – 23 с.*
14. *Турбас Э.М., Хийс В. Результаты полевых опытов по сравнению эффективности известковых удобрений на различных фонах /Вопросы известкования кислых почв – Горки, 1973, с.135-139.*
15. *Алямовский Н.И. Известковые удобрения СССР. – М., 1966, 278 с.*
16. *Сычёв В.Г., Шильников И.А., Аканова Н.И. и др. Рекомендации по известкованию кислых почв Московской области. 2008. –73 с.*
17. *Шильников И.А., Аканова Н.И. Известкование – главный фактор сохранения плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур//Достижения науки и техники АПК. – 2008. – №1. – С. 21-23.*
18. *Шильников И.А., Сычёв В.Г., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. Монография. 2008 г. – 331 с.*
19. *Супрун С.В. Влияние антропогенных факторов на плодородие почвы, урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы. Автореф. канд. дисс. – М., 2008, 25 с.*
20. *Шильников И.А., Аканова Н.И. Вопросы известкования почв в современных условиях// Плодородие. – 2011. – №3 (60). – с.22-24.*
21. *Шильников И.А., Сычёв В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И., Бондарева Т.Н., Кизинёк С.В. Потери элементов питания растений в агробиогеохимическом круговороте веществ и способы их минимизации. Монография. Изд-во ВНИИА, 2012, 351 с.*
22. *Ушачёв И., Серкова А., Сиптиц С., Чекалин В., Тарасов В. Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции и продовольствия России в условиях присоединения к ВТО// «АПК, земледелии, управление», №6, 2012. – с.3-14.*

УДК 504.054+63

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНО-ОВОЩНЫХ БИОИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ЛОКАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОЦЕНОК

© ***А.С. Радионов,*** *Московский государственный областной университет (г. Москва, Россия)*
© ***А.В. Сердюкова,*** *Московский государственный областной университет (г. Москва, Россия)*
© ***Ю.В. Шумилов,*** *Московский государственный областной университет (г. Москва, Россия)*

USE OF VEGETABLE AND VEGETABLE BIOINDICATORS FOR LOCAL AND REGIONAL ECOLOGICAL ESTIMATES

© ***A.S. Radionov,*** *Moscow state regional university (Moscow, Russia)*
© ***A.V. Serdyukova,*** *Moscow state regional university (Moscow, Russia)*
© ***Y.V. Shumilov****, Moscow state regional university (Moscow, Russia)*

В работе обобщены ранее полученные данные с целью показать возможности использования растительно-овощной биоиндикации в оценке экологической ситуации.
Ключевые слова: Биоиндикация, пригородные территории, оценка экологической ситуации, региональные исследования.

In work earlier obtained data, with the purpose to show possibilities of use of vegetable and vegetable bioindication in an assessment of an ecological situation are generalized.
Key words: Bioindication, suburban territories, assessment of an ecological situation, regional researches.

Под биоиндикацией в общем случае понимается использование растительных, водных, почвенных или иных организмов в качестве индикаторов, указывающих на характерные особенности той среды, в которой они обитают. Например, в геологии известен геохимический метод поисков полезных ископаемых по таким растениям-индикаторам, которые имеют определённые визуально различимые признаки, свидетельствующие об их реакции на повышенные или пониженные концентрации микро- и макроэлементов в почве.

В прикладной экологии биоиндикация применяется в качестве одного из методов оценки качества природной среды и отдельных ее компонентов по критерию тех или отклонений в развитии или химическом составе водных или наземных/почвенных организмов. В частности, для учёта изменения среды под действием антропогенного фактора разработаны списки индикаторных организмов – биоиндикаторов. Ими могут являться виды, группы видов или сообщества, несущие специфические отклонения в характере развития, морфологических, структурно-функциональных, генетических и иных характеристик, по которым можно судить о свойствах воды и состоянии экосистем [10,12,15].

В качестве естественных биоиндикаторов используются, например, лишайники, в водных объектах — сообщества бактерио-, фито-, зоопланктона, зообентоса, перифитона. Проведенные нами исследования на территории Костромской области привели к выводу, что достаточно эффективным методом как локальных, так и региональных оценок состояния окружающей среды в целом, а также отдельных экосистем может служить растительно-овощная продукция, выращиваемая для пищевых целей как индивидуальными предпринимателями, так и хозяйствующими субъектами-природо-пользователями [5,9].

В данной статье мы поставили задачу обобщить ранее полученные данные с целью показать возможности использования растительно-овощной биоиндикации для широкого применения в агротехнической практике. Установлено, что растительная продукция и продукты побочного пользования обладают избирательной, иногда высокой способностью к биоаккумуляции (bioaccumulation), т.е. накоплению химических элементов/соединений в концентрации большей, чем те находятся в окружающей среде.

В представленной работе предлагается оценка экологической ситуации в Костромской области через исследование объектов природно-антропогенного экологического комплекса (ПАЭК) пригородной зоны на содержание тяжелых металлов. В качестве изучаемых объектов были выбраны территории (ПАЭК), входящие в Нерехтский, Костромской и Красносельский районы Костромской области. Расположение выбранных объектов позволяет относить их к пригородной зоне города Костромы. Исходя из того что формирование пригородной зоны происходит под непосредственным влиянием города, постоянный мониторинг экологического состояния данных территорий является одной из важнейших задач.

ПАЭК пригородных территорий являются наиболее чувствительными объектами к изменению экологической ситуации. Учитывая особенности их назначения, а именно использование в сельскохозяйственной, рекреационной, а также в промышленной деятельности вполне обосновывается их выбор в качестве реперных территорий для оценки экологического состояния, как на локальном так и на региональном уровне.

Элементом исследования выбранных территорий стало изучение содержания тяжелых металлов в растительной продукции и продуктах побочного пользования. В качестве реперных участков были взяты территории с разной спецификой использования. Следует отметить, что выбранные территории были разделены по функционалу весьма условно, и с большой вероятностью практически все их можно отнести к зоне смешанного использования. К территориям с повышенной экологической напряженностью были отнесены объекты (ПАЭК), прилегающие к автомобильным и железным дорогам, находящиеся в зоне воздействия линий электропередач, а также расположенные в местах предположительно прямого влияния мелких и средних промышленных предприятий. Остальные исследуемые территории были отнесены к участкам с незначительной экологической напряженностью.

Накопление растениями тяжелых металлов необходимо рассматривать как многофакторный взаимосвязанный процесс (содержание и их формы в почвах, тип и свойства почв, видовые и сортовые особенности растений и др.). Общепринято, что основную роль в загрязнении растениеводческой продукции тяжелыми металлами играют их подвижные соединения, доступные растениям. Степень накопления токсических элементов (тяжелых металлов) в сельскохозяйственной продукции неравномерна. На нее влияют: уровень загрязненности почвы и других объектов природной среды; биологические особенности растений (например, особой способностью аккумулировать кадмий из почвы обладают листовые овощи, свекла и морковь); нерациональное применение минеральных удобрений, пестицидов; геологическая и агрохимическая характеристика почв [1-4,6,11,13,14].

Помимо овощной продукции для изучения интерес представляют грибы, дикорастущие и садовые ягоды, имеющие прямую зависимость накопления загрязняющих элементов от их содержания в окружающей среде. Грибы могут

накапливать тяжелые металлы: кадмий, ртуть, свинец, медь, цинк и другие. Концентрация этих металлов в грибах выше, чем в почве, на которой они растут. Являясь гетеротрофами, грибы усваивают из почвы питательные вещества и вместе с ними могут накапливать в плодовых телах некоторые опасные для здоровья человека элементы. Это свойство делает грибы чувствительными экологическими индикаторами загрязнения окружающей среды наряду со мхами и лишайниками. Особенно опасны для человека грибы собранные вблизи промышленных предприятий, теплоэлектростанций, автомобильных и железных дорог, из-за повышенного содержания тяжелых металлов. Свинец, а также мышьяк не накапливаются в грибах селективно (selective localization – избирательное накопление) и поэтому их концентрация в плодовых телах грибов, как и овощах и фруктах, находится в прямой зависимости от содержания этих элементов в соответствующих участках почвы. Концентрация тяжелых металлов в шляпках грибов выше, чем в ножках. Многое зависит от вида гриба. Установлено, что свинушки, а также черные грузди интенсивно накапливают медь, а шампиньоны и белые грибы - ртуть. Таким образом, особую опасность представляет тенденция съедобных грибов к накоплению тяжелых металлов, выраженная у них гораздо резче, чем у высших растений и других организмов. Так, содержание меди у грибов может быть больше в 13 раз, свинца - в 2 раза, кадмия - в 7, никеля - в 2, хрома - в 2.5 раза. Многие исследователи отмечают, что грибы интенсивно накапливают тяжелые металлы. Они могут аккумулировать кадмий, медь, цинк, ртуть и ряд других элементов. Так, ртути в них может быть в 550 раз больше, чем в субстрате, на котором они произрастают [1,6,8,11].

Растения накапливают соединения тяжелых металлов через корни и листья. Степень накопления металлов, в органах растений уменьшается в следующем порядке: корни - стебли - листья - плоды (семена). Что касается плодов, то от 38 до 59 % тяжелых металлов сосредоточивается в кожице, от 15 до 30% - в мякоти (жмыхе) и 16% - в соке. Уровни накопления металлов определяются как видовой спецификой, так и удалением от источника загрязнения. На загрязненных участках средние уровни могут быть выше ПДК [2,7,8,13,14].

В пределах изучаемых ПАЭК пригородной зоны г. Костромы были отобраны образцы овощной продукции: это чеснок (Allium sativum), лук репчатый (Allium cepa), редька черная (Raphanus sativus), свекла (Beta vulgaris) и морковь обыкновенная (Daucus carota). Для исследования также отобрали образцы продуктов побочного пользования (грибы): белый гриб берёзовый (Boletus betulicolus), подберёзовик обыкновенный (leccinum scabrum) и подосиновик красный (leccinum aurantiacum).

Выбор биоиндикатора на основе состояния, которого возможно оценивать экологическую ситуацию на территории изучаемых ПАЭК обусловлен тремя основными критериями: массовой распространенностью, высокой токсикологической чувствительностью, постоянным использованием в качестве продуктов питания.

В пределах территории выбранных опорных участков были отобраны образцы растительных культур и продуктов побочного пользования. Количество проанализированных образцов растительных культур соответствовало количеству опорных участков, массовая доля каждого образца равна 1кг (объём соответствующий достоверному определению исследуемых элементов). Продукция побочного пользования исследовалась в обработанном состоянии (грибы сушеные в печи). Объём пробы составил 200 -250 грамм

(минимальное количество для достоверного определения содержания элементов) исследовалось плодовое тело гриба.

Исследования проводились на базе ИЦ ФГУ ГСАС «Костромской». Техническая компетентность и независимость аналитической лаборатории, соответствие требованиям системы аккредитации аналитических лабораторий (центров), а также требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 подтверждена аттестатом аккредитации № РОСС RU.0001.515745 от 01.03.2011 г. Основными методами исследования стали: атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов, методы определения остаточного количества хлорорганических пестицидов, методы выявления содержания микотоксинов и др. Результаты исследования представлены в таблице 1,2.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в растительных культурах и продуктах побочного пользования (мг\кг)

Культура	**Район**	**Свинец**	**Кадмий**	**Цинк**	**Медь**	**Ртуть**	**Мышьяк**
Свекла	Нерехтский	0.1-0.17	0.01-0.04	3.56-4.32	0.31-0.96	0.0011-0.0029	0.01-0.04
	Красносельский	0.07-0.11	0.011-0.02	4.32-4.46	0.52-0.94	0.004-0.0057	0.021-0.043
	Костромской	0.09-0.15	0.07-0.032	2.12-3.01	0.29-0.54	0.002-0.004	0.015-0.029
Лук репчатый	Нерехтский	0.03-0.15	0.015-0.032	2.56-3.01	0.29-0.54	0.002-0.004	0.015-0.029
	Красносельский	0.087-0.09	0.019-0.024	3.13-3.17	0.19-0.38	0.001-0.003	0.009-0.01
	Костромской	0.064-0.097	0.017-0.024	2.84-4.05	0.29-0.56	0.0009-0.001	0.012-0.034
Морковь обыкновенная	Нерехтский	0.023-0.075	0.012-0.037	2.71-3.01	0.34-0.82	0.0017-0.0046	0.019-0.038
	Красносельский	0.017-0.019	0.018-0.023	2.02-2.29	0.93-0.12	0.0011-0.0019	0.016-0.022
	Костромской	0.031-0.034	0.027-0.037	1.92-2.01	0.78-0.97	0.008-0.0012	0.011-0.019
Чеснок обыкновенный	Нерехтский	0.014-0.019	0.011-0.021	2.06-2.19	019-0.34	0.08-0.087	0.01-0.017
	Красносельский	0.042-0.074	0.013-0.027	3.01-3.24	0.43-0.79	0.011-0.013	0.007-0.023
	Костромской	0.021-0.082	0.014-0.025	3.1-3.9	0.28-0.87	0.001-0.0016	0.021-0.025
Редька черная	Нерехтский	0.11-0.17	0.009-0.012	1.23-2.03	0.15-0.32	0.007-0.013	0.004-0.006
	Красносельский	0.21-0.46	0.012-0.023	4.23-7.62	0.56-1.18	Не обн.	Не обн.
	Костромской	0.08-0.019	0.018-0.034	3.06-4.1	1.09-1.19	Не обн.	Не обн.
Грибы (сушеные)	Нерехтский	0.18-0.24	0.012-0.019	27.2-32.4	17.43-37.23	Не обн.	Не обн.
	Красносельский	0.09-0.15	0.008-0.017	19.9-24.9	13.3-21.8	Не обн.	Не обн.
	Костромской	0.2-0.29	0.02-0.035	17.1-19.32	11.5-13.36	Не обн.	Не обн.
ПДК		**0.5**	**0.03**	**Не норм.**	**Не норм**	**0.02**	**0.2**

Полученные и обработанные результаты исследований выявляют следующую картину. Содержание загрязняющих элементов в образцах

сельскохозяйственных культур и продуктов побочного пользования, отобранных в пределах территорий ПАЭК пригородных зон районов Костромской области, находится в основном на уровне ниже предельно допустимых концентраций. Это подтверждается государственными докладами об экологическом состоянии, работами по исследованию Костромской области и ранее опубликованными результатами собственных исследований [4,5,9]. Содержание кадмия в отобранных образцах приближается или локально незначительно превышает предельно допустимые концентрации, что с достаточно большой вероятностью объясняется относительно близким расположением садовых участков к источникам техногенного воздействия (в основном автомобильным и железнодорожным магистралям). Также предлагаемые к рассмотрению образцы исследовали на содержание пестицидов и микотоксинов (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание пестицидов, нитратов и микотоксинов в растительных культурах и продуктах побочного пользования (мг\кг)

Культура	**Район**	**ДДТ и его метаболиты**	**Нитраты**	**Афлатоксин В1**	**Зеараленон**	**Т-2 токсин**	**дезоксиниваленол**
Свекла	Нерехтский	Не обн.	232.2	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Красносельский	Не обн.	266.6	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Костромской	Не обн.	112	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Лук репчатый	Нерехтский	Не обн.	18.9	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Красносельский	Не обн.	67	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Костромской	Не обн.	19.3	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Морковь обыкновенная	Нерехтский	Не обн	440	Не обн.	Не обн.	Не обн	Не обн.
	Красносельский	Не обн.	156	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Костромской	Не обн.	54	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Чеснок обыкновенный	Нерехтский	Не обн.	56	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Красносельский	Не обн.	44.2	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Костромской		41.3	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Редька черная	Нерехтский	Не обн.	74	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Красносельский	Не обн.	243.1	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Костромской	Не обн	32	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Грибы (сушеные)	Нерехтский	Не обн	198	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Красносельский	Не обн.	43.2	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
	Костромской	Не обн.	131	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.
ПДК		**0.1**	**80**	**Не норм.**	**Не норм.**	**Не норм.**	**Не норм.**

В результате было выявлено следующее: уровень составляющих изомеров дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и микотоксинов находится ниже порога распознаваемости. Выявлены превышения предельно допустимой концентрации нитратов в образцах свеклы, моркови грибы (опорные участки Нерехтского района), свеклы, моркови, редьки (опорные участки Красносельского района), свекла, грибы (опорные участки Костромского района). Превышение преимущественно связано с влиянием внесения удобрений и наличия на территории исследования объектов повышенной экологической опасности (транзитные автотрассы, промышленные и сельскохозяйственные предприятия и т.д.).

Анализ данных, отражающих содержание загрязняющих элементов в продуктах сельского хозяйства и побочного пользования, в целях оценки экологического состояния исследуемых территорий (в обсуждении ПАЭК пригородной зоны) даёт достаточно интересный и высоко интерпретируемый результат. Прослеживается взаимосвязь географических, геоэкологических условий местности и биологических видовых особенностей. ПАЭК пригородной зоны являются уникальными территориями, имеющими стратегическое значение в качестве градообразующего фактора и высоко приоритетного объекта рекреационно-туристической деятельности. Оценка экологической ситуации на основе данных экологического мониторинга ПАЭК пригородной зоны, объективна в качестве одной из методик глобальных экологических исследований

Список литературы

1. *Григорьева Т.И. Влияние загрязнения почв тяжелыми металлами на мобилизацию подвижных питательных веществ в почве и их накопление в овощах и картофеле: дис... канд. сельскохоз. наук; 2007.*
2. *Денисова, О.Н. Особенности микроэлементного состава растений придорожной зоны в условиях остаточного загрязнения свинцом: Автореф. дис… канд. хим. наук. Казань; 2006.*
3. *Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях. М; 1989: 96 с.*
4. *Лебедева О.Ю. Геоэкологическая оценка распределения валовых форм тяжелых металлов в почвах Костромской области. Автореф. дис…. канд. географ. наук. СПб; 2011.*
5. *Лукьянова Т.С., Сердюкова А.В., Радионов А.С. Структура и значение вариативной геоэкологической оценки территории (на примере Галичского района Костромской области). Проблемы региональной экологии. 2012; 4: 37-40.*
6. *Малеев К.И., Механошин Л.Е. Использование растений и грибов для индикации загрязнения среды металлами. Тезисы докладов семинара Пермь; 1983: 50-51.*
7. *Носовская И.И. Влияние длительного применения удобрений на содержание и хозяйственный баланс микроэлементов и тяжелых металлов в системе почва-удобрения - растения: Дис... канд. биол. наук. - М.: Изд-во МГУ; 2001*
8. *Паникова Е.Л., Перцовская А.Ф. Схема гигиенического нормирования тяжелых металлов в почве. Химия в сельском хозяйстве. 1982; 3: 12.*
9. *Радионов А.С. О тяжелых металлах в почвах Костромской области. Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2011; 2: 148-152.*

10. *Скрыбкина М.И. и др. Биогеохимическая индикация почвенного загрязнения в условиях криолитозоны.. Матер. междунар.конф. «Новые идеи в геологии XXI века». М.: Изд-е Моск.гос.геол.-разв.ун-та (МГГРУ), 2003.*
11. *Чураков, Б.П., Зырьянова У.П., Пантелеев С.В. Тяжелые металлы в представителях различных эволюционных групп грибов. Микология и фитопатология. 2004; 38. (Вып. 2.): 68-77.*
12. *Ефремова С.Ю., Парфенова Е.А. Показатели биологического состояния серых лесных почв в диагностике загрязнения её тяжелыми металлами// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. – 2012. – № 02(06). – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. – С.47–54.*
13. *Шаркова С.Ю. Экологическое состояние природных и техногенных экосистем Среднего Поволжья и их реабилитация. // Автореф. дис. … докт. биол. наук/ М.: ВНИИА, 2010. – 45 с.*
14. *Шаркова С.Ю. Качество томатов и белокочанной капусты, выращенной в условиях различной техногенной нагрузки // Картофель и овощи: Научно-производственный журнал. – 2008. – №8. – М., 2008. – С. 15.*
15. *Шаркова С.Ю., Полянскова Е.А., Парфенова Е.А. Биоиндикация городской среды по состоянию микробного комплекса почв // Экология и промышленность России: Научно-технический журнал. – 2011. – №.11 – М., 2011. – С. 44 –47.*

УДК 635.21:632.95

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ

© ***Е.Г. Куликова***, *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
© ***С.Ю. Ефремова***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

THE INFLUENCE OF MODERN PLANT PROTECTION PRODUCTS ON THE YIELD AND QUALITY OF POTATOES

© ***E.G. Kulikova***, *Penza state agricultural Academy (Penza, Russia)*
© ***S.Y. Efremova***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье проведен анализ влияния инсектицидов – неоникотиноидов, содержащих имидаклоприд (Престиж и Конфидор экстра), на формирование урожая картофеля, биологическую эффективность инсектицидов в борьбе с колорадским жуком, качество клубней и остаточное количество имидаклоприда в почве и клубнях. Исследования показали, что при использовании Престижа урожайность увеличилась на 32,6-38,3 %, Конфидора экстра – на 20,6 %. Препарат Престиж в дозах 0,75-1,0 л/т показал высокую 100 % биологическую эффективность против колорадского жука, которая снижалась только к концу вегетации до 97,5-99,5 %. Послеуборочное обследование клубней картофеля и почвы на остаточное количество имидаклоприда показало отрицательные результаты.

Ключевые слова: инсектициды, неоникотиноиды, имидаклоприд, Престиж, Конфидор экстра, картофель, колорадский жук, остаточное количество пестицидов в почве и клубнях, биотестирование.

In the article the analysis of the impact of insecticide - neonicotinoids containing Imidacloprid (Prestige and Konfidor extra), on the formation of the potato crop, biological efficacy of insecticides in the fight against Colorado potato beetle, the quality of tubers and residual quantity of Imidacloprid in soil and tubers. Studies have shown that the use of the prestige of the yield increased by 32,6-38,3 %, Konfidor extra - by 20,6 %. The drug prestige in the dose of 0.75-1.0 l/t showed high 100 % biological effectiveness against Colorado potato beetle and only by the end of vegetation she declined to 97,5-99,5 %. Post harvest survey of potato tubers and soil on the residual amount of Imidacloprid showed negative results.

Key words: insecticides, neonicotinoids, Imidacloprid, Prestige, Konfidor extra, potatoes, Colorado potato beetle, the residual quantity of pesticides in soil and tubers, biotesting.

E-mail: kuleg@mail.ru

Потери урожая в результате деятельности вредителей в сельском хозяйстве весьма значительны и требуют применения средств химической защиты. В связи с этим, картофель становится одной из интенсивно обрабатываемых культур, а токсикологический мониторинг должен являться неотъемлемой частью интегрированной защиты растений.

Требования к обеспечению безопасности пестицидов для здоровья человека и полезных организмов всей экосистемы вызывают необходимость постоянного совершенствования препаратов, их норм и технологий применения. В настоящее время формирование ассортимента инсектицидов осуществляется с учетом использования интегрированных подходов в защите растений и максимальным снижением рисков применения химических средств защиты растений. Это достигается путем снижения токсической нагрузки на биоценозы в результате использования малотоксичных соединений с низкими нормами расхода, в менее опасных препаративных формах, применяемых в новых, прогрессивных технологиях. Поэтому чрезвычайно актуально изучение новых средств и технологий защиты картофеля от вредителей [1, 6].

В настоящее время на российском рынке пестицидов активно позиционируется сравнительно новая группа инсектицидов - неоникотиноиды, одним из представителей которых является имидаклоприд. Высокая избирательная биологическая активность и низкие нормы расхода на фоне длительного периода защитного действия растений позволяют широко использовать пестициды на его основе в сельскохозяйственном производстве многих стран мира.

Всемирная Организация Здравоохранения рассматривает имидаклоприд как умеренный яд [2, 7], он производится с 1991 года и зарегистрирован в 120 странах мира. В России зарегистрировано более 13 препаратов, содержащих имидаклоприд и рекомендуемых производителями для защиты сельскохозяйственных культур.

Целью исследований являлось изучение влияния современных средств защиты растений на урожайность и качество картофеля в условиях Пензенской области. Опыт проводился на серой лесной почве, характеризовавшейся повышенным содержанием суммы поглощенных оснований – 19,6 мг-экв/100 г почвы, нейтральной гидролитической кислотностью – 5,03 мг-экв/100 г почвы, низкой степенью обеспеченности гумусом – 2,9 %, pH_{KCl} - 4,7, низкой степенью обеспеченности азотом – 70 мг/кг и фосфором – 36 мг/кг, средней калием – 60 мг/кг почвы. Содержание тяжелых металлов в пределах ОДК.

Исследования проводились в микрополевом и в лабораторных опытах в 2011-2012 годах, на раннеспелом сорте Ароза по общепринятым и специальным методикам. Схема опыта: 1. Контроль – без обработки, 2. Конфидор экстра - ВРК(200 г/л) 0,1 л/га (1 обработка в период вегетации); 3. Престиж 0,75 л/т (клубни) 4. Престиж 1,0 л/т (клубни).

Препарат «Престиж» (действующее вещество: имидаклоприд, 140 г/л + пенцикурон, 150 г/л), «Конфидор экстра» (действующее вещество: имидаклоприд 700 г/кг).

Динамика всхожести картофеля показала, что обработка клубней препаратом Престиж задерживала появление первых всходов по сравнению с необработанными клубнями: через 25 дней на 14,8-25,3 %, через 30 дней – на 2,1- 4,6 %, через 40 дней – на 1,8- 3,5 % (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика всхожести клубней картофеля, %

п/п	Вариант	Дней после посадки			
		через 20 дней	через 25 дней	через 30 дней	через 40 дней
	Контроль – без обработки	1,1	41,8	88,6	92,8
	Конфидор экстра (в период вегетации)	1,0	41,9	88,1	93,0
	Престиж 0,75 л/т (клубни)	0,0	35,6	86,7	91,3
	Престиж 1,0 л/т (клубни)	0,0	31,2	84,5	89,7

Необходимо отметить, что всхожесть обработанных клубней постепенно повышалась, причем более высокая доза препарата оказывала наибольшее влияние. По данным литературных источников [3, 6], при 3-4-кратной передозировке препарата инсектицидного действия на основе имидаклоприда возможна потеря всхожести клубней, поэтому необходимо строго соблюдать дозировку.

Отмечено ускорение прохождения основных фаз развития картофеля на контрольном варианте без обработки. На вариантах с применением Престижа было отмечено позднее отмирание ботвы, которое началось на 5-20 дней позже, чем на контроле и на 4-19 дней, чем при использовании Конфидора экстра. Следовательно, обработка клубней картофеля Престижем способствовало сохранению активной работы листового аппарата и, соответственно, росту клубней.

Исследование биометрических показателей растений в фазу всходов показало, что обработка клубней Престижем задерживала растения на первоначальном этапе в росте на 12,7-19,5 %, что отразилось на уменьшении массы ботвы на 8,1-13,6% и количестве листьев – на 14,3-25,2%.

К фазе цветения растения контрольного варианта уже начали повреждаться колорадским жуком, а обработанные Престижем активно наращивали наземную массу, что соответственно увеличивало ассимиляционный аппарат растений и количество ассимилянта в клубнях.

Анализ биометрических показателей растений картофеля в фазу массового цветения показал, что обработка клубней «Престижем» увеличила все исследуемые показатели: высоту растений до 31,3 %, число основных побегов до 23,5 %, массу ботвы до 27,6 %, количество клубней до 34,3 %, массу клубней до 80,7 %.

Обработка наземной части растений «Конфидором экстра» при массовом появлении личинок несколько уступала по этим же показателям препарату Престиж: на 26,5, 23,5, 12,6, 17,8 и 8,1 % соответственно.

В фазу массового цветения отмечали начало клубнеобразования. Количество клубней в клубневом гнезде колебалось от 6,4 до 8,6 шт. массой 5 – 50 г. Такому значительному росту накопления питательных веществ в клубнях способствовало не только улучшение фотосинтетической деятельности, но и степень повреждения растений колорадским жуком. Действующее вещество исследуемых препаратов имидаклоприд, обладая системным действием, проникало из обработанных клубней или, при поверхностном опрыскивании, поступало в надземные органы и ткани растений. Наличие токсиканта делало их непригодными и малопривлекательными для заселения и питания вредителя (табл. 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с колорадским жуком на картофеле

Вариант	Биологическая эффективность после появления массовых всходов, %				Численность личинок и имаго на 100 растений, шт. (в период бутонизации -цветения)
	на 3 сутки	на 15 сутки	на 30 сутки	на 45 сутки	
Контроль – без обработки	-	-	-	-	132,2
Конфидор экстра (в период вегетации)	-	100,0	97,3,3	94,9	98,2
Престиж 0,75 л/т (клубни)	100,0	100,0	100,0	97,5	7,0
Престиж 1,0 л/т (клубни)	100,0	100,0	100,0	99,5	3,1

Исследования показали, что препарат Престиж показал высокую (100 %) биологическую эффективность против колорадского жука и только к концу вегетации на вариантах этого опыта она снизилась до 97,5-99,5 %. На отдельных растениях появились имаго и совершенно отсутствовали яйцекладки, а тем более личинки. Эффективность Конфидора экстра была на 2,7-4,8 % ниже Престижа и заселение растений вредителями (имаго, личинки) началось на 20-30 дней раньше.

Совершенно удивительные результаты показали растения на контрольном варианте: несмотря на полное отсутствие обработок инсектицидами, численность вредителей была небольшой – до 1,3 на одно растение, и не превысила экономический порог вредоносности, хотя до начала применения неоникотиноидов она достигала на необработанных инсектицидами растениях 30 экземпляров и более. Численность колорадского жука, 5 имаго и 5 личинок на одно растение в период бутонизации картофеля, является критической и урожай клубней снижается на 5,0%.

Накопление клубней проходило интенсивно в конце июля и первой половине августа. Во второй половине августа уменьшились вес наземной массы и площадь листьев растений, особенно на контрольном варианте, а также снизилась интенсивность прироста массы клубней. В результате уже в конце августа растения подошли к завершению онтогенеза, начался процесс естественного отмирания наземной части и созревания клубней.

Использование инсектицидов отразилось на продуктивности и структуре урожая картофеля. При использовании Престижа урожайность увеличилась на 32,6-38,3 %, Конфидора экстра – на 20,6 % (табл. 3).

Таблица 3 − Продуктивность и структуру урожая картофеля

Варианты	Урожайность клубней, т/га	Структура урожая, %				
		стандартных клубней (D > 25 мм) – товарность	крупных клубней (D > 40 мм) – крупноплодность	нестандартных клубней (D < 25 мм)	поражение паршой	поражение проволочником
Контроль – без обработки	14,1	87,4	1,6	11,0	85,5	74,7
Конфидор экстра (в период вегетации)	17,0	95,3	2,6	2,1	83,4	55,8
Престиж 0,75 л/т (клубни)	18,7	94,4	4,3	1,3	1,1	0,5
Престиж 1,0 л/т (клубни)	19,5	94,3	4,6	1,1	0,1	0,3
$НСР_{05}$	0,19					

По государственному стандарту товарными считаются клубни раннего картофеля округло-овальной формы с наибольшим поперечным диаметром не менее 30 мм и удлиненной формы с поперечным диаметром не менее 25 мм. Наибольший выход товарных клубней был при использовании Конфидора экстра – 95,3 %, что на 9,0% выше, чем на контроле и на 0,9-1,1 %, чем при использовании Престижа.

Наибольшей крупноплодностью отличались клубни на вариантах с Престижем, их количество в структуре урожая было в 2,7-2,9 раза выше, чем на контроле и в 1,6-1,8 раза выше, чем при обработке Конфидором экстра. Наибольшее количество нестандартных клубней было отмечено на контрольном варианте, при обработке инсектицидами наименьшее – 1,1-2,1 %.

Сорт картофеля Ароза очень сильно поражается паршой и без использования фунгицидов поражаемость на контрольном варианте составила 85,5 %. Присутствующий в Престиже пенцикурон обладает фунгицидными свойствами и поэтому на вариантах с использованием этого препарата поражение паршой не превысило 1,1 %.

Проволочник на зараженных почвах является таким же опасным вредителем на картофеле, как и колорадский жук, влияя в большей степени не на урожайность, а на качество клубней. Обработка Престижем снизила пораженность клубней картофеля проволочником до 0,3-0,5 %

Главным показателем качества и ценности картофеля является его химический состав, т.е. содержание в нем основных питательных веществ. Сорт картофеля Ароза по своему назначению относится к столовым, имеет хорошие вкусовые, пищевые качества, не темнеющую мякоть. Основные показатели качества клубней картофеля представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели качества клубней картофеля

Вариант	Сухое вещество	Сумма сахаров	Крахмал	Аскорбиновая кислота, мг %
	% на сырое вещество			
Контроль – без обработки	18,6	0,76	12,0	17,4
Конфидор экстра (в период вегетации)	19,9	0,78	14,0	17,5
Престиж 0,75 л/т (клубни)	19,8	0,88	14,2	17,6
Престиж 1,0 л/т (клубни)	19,9	0,89	14,3	17,6

Использование инсектицидов стимулировало накопление сухого вещества в клубнях, повышая его содержание на 6,5-7,0 %, сахаров – на 15,8 – 17 %, крахмала – на 16,7-19,2 %, аскорбиновой кислоты – на 0,6-1,1 % к контролю, чему способствовал, безусловно, сохраненный от колорадского жука листовой аппарат картофеля.

Использование химических средств защиты растений вызывает необходимость контроля их остаточных количеств в продукции. Одним из наиболее применяемых в мировой практике методов определения остаточных количеств неоникотиноидов является высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).

Обеспечение безопасности продукции с точки зрения остаточных количеств пестицидов невозможно без тщательной оценки динамики перераспределения пестицидов в растении. Такие исследования в процессе обработки препаратами позволяют прогнозировать места локализации и концентрации пестицидов в вегетативных органах, что наиболее актуально при исследовании процессов их метаболизма. Имидаклоприд является веществом, активно перемещающимся в базипетальном направлении [4, 8], влияющим на метаболизм растений посредством хлорникотиновых кислот и никотинамида.

Установлено наличие имидаклоприда не только в надземной части растений, но в новых клубнях, что и обеспечивает их защиту от проволочника и других почвообитающих вредителей (табл. 5).

Таблица 5 – Содержание имидаклоприда в растениях картофеля в период вегетации

Препарат	Часть растения	Содержание имидаклоприда, мг/кг					МДУ, мг/кг
		01.07	06.07	07.07	10.07	14.07	
Престиж 0,75 л/т	Стебель подземный	0,7085	0,1170	0,0748	0,0140	0,0352	
	Стебель надземный	3,1630	0,5120	0,2080	0,0196	0,0020	
	Клубень	0,0690	0,0135	0,0045	0,0014	0,0041	0,5

Анализируя данные можно отметить, что максимальное количество имидаклоприда с поверхности обработанного перед посевом клубня перемещается в стебель надземный – 80,3%, в стебле подземном содержится 17,9 %, в клубнях – 1,8 %. Через 2 недели соотношение меняется: в стебле подземном – 84,7%, в клубнях – 9,9%, в стеблях наземных – 4,9 %.

Имидаклоприд обладает высокой стойкостью в почве, период полураспада составляет до 100 дней. Исчезновение из почвы и водоемов происходит в основном из-за фотолиза. Скорость фотолиза возрастает при высокой влажности почвы и высокой инсоляции. Вымывание действующего вещества с осадками из верхнего слоя почвы на 7-8 сутки вызывало уменьшение их содержания в растениях на 10-14 сутки [2, 7].

Послеуборочное обследование клубней картофеля и почвы на остаточное количество имидаклоприда в нашем опыте показало отрицательные результаты (рис.1).

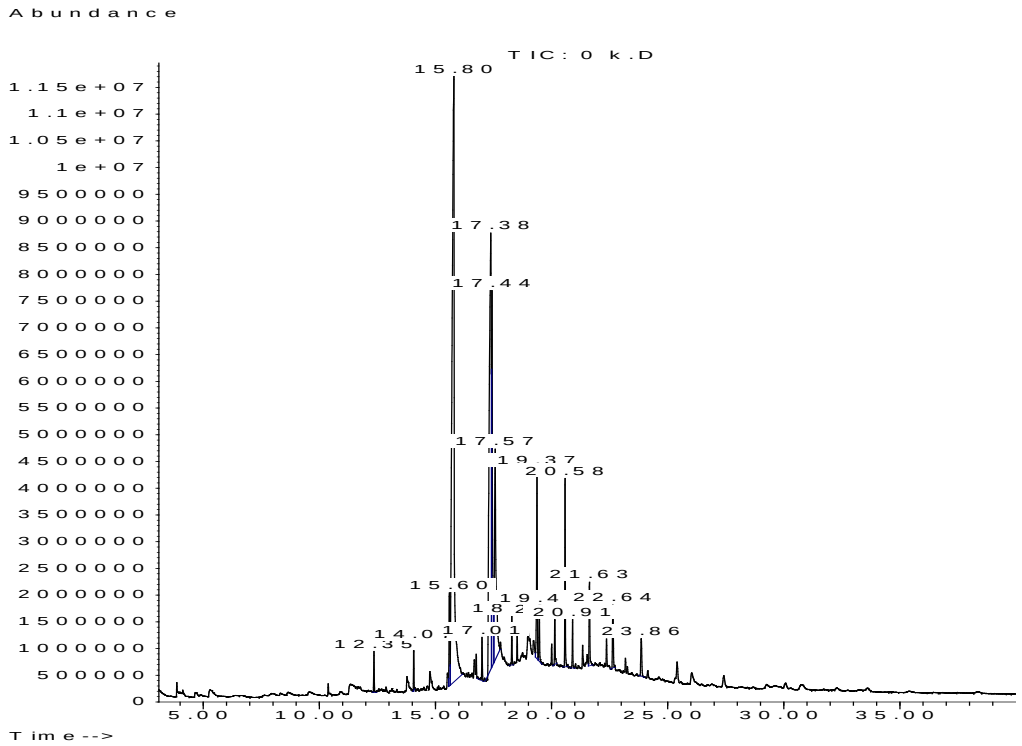


Рисунок 1 – Диаграмма модельной матрицы пестицидов

О степени вредности тех или иных веществ и элементов для биоты и человека, определение пути их миграций и аккумуляции в компонентах ландшафтов позволяет судить реакция биотестов и использование биоиндикаторов [5]. Биотестирование почвенных образцов с опытного участка проводили с помощью дафний Daphnia magna Straus и альгологически чистой культуры водорослей Scenedesmus quadricauda.

По данным производителя препаратов имидаклоприд разлагается в течение 50-60 дней. Это также подтверждают результаты проведенного биотестирования проб почвы на острую токсичность водной вытяжки на ветвистоусых рачках и водорослях, для которых имидаклоприд является умеренно опасным веществом (табл. 6).

Таблица 6 – Результаты биотестирования почвенных образцов

Тест-объект	Продолжительность наблюдений	Кратность разведения	Результаты анализа	Оценка тестируемой пробы	НД на МВИ
Daphnia magna	96 ч.	1	3,3±1,3 %	не оказывает острое токсическое действие	ФР.1.39.2007.03222
Scenedesmus quadricauda	72 ч.	1	36,2±7,2 %	не оказывает острое токсическое действие	ФР.1.39.2007.03223

Результаты показали, что анализируемые вытяжки из проб почвы острое токсическое действие на ветвистоусых рачков *Daphnia magna* (по учету смертности) и водоросли *Scenedesmus quadricauda* (по изменению уровня флуоресценции хлорофилла) не оказывают. Наблюдалась лишь слабая динамика на варианте с использованием Конфидора экстра.

Таким образом, в настоящее время в сельском хозяйстве полностью прекращено применение препаратов на основе хлорорганических соединений, сократилось – фосфорорганических соединений, увеличилось количество препаратов на основе неоникотиноидов. Исследования по изучению их биологической эффективности на примере препарата Престиж в Пензенской области показали, что он позволяет эффективно контролировать комплекс вредителей на картофеле методом предпосадочной обработки клубней в норме расхода 0,75–1 л/т.

Список литературы

1. *Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды РФ в 2010 году». – Обнинск. – ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»». – 2011. – 69 с.*
2. *Еремина О.Ю., Лопатина Ю.В. Перспективы применения неоникотиноидов в сельском хозяйстве России и сопредельных стран // Агрохимия. – 2005. – № 6. – С. 87-93.*
3. *Илларионов А.И., Максименков С.И. Эффективность имидаклоприда против колорадского жука в условиях лесостепи Воронежской области// Агрохимический вестник. – 2012. – № 4. – с. 15-16.*
4. *Колунтаев Д.А. Оценка экологической безопасности продукции растениеводства методом группового анализа остаточных количеств пестицидов/ автореф. дис. канд.биол.наук. – Москва. – 2012. – 20 с.*

5. *Куликова, Е.Г. Изучение фитотоксичности почв городских экосистем / Е.Г. Куликова// «XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс»: Периодическое научное издание. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2011. – С. 88-91.*
6. *Положение о регистрационных испытаниях и регистрации пестицидов в Российской Федерации. М., 1995, 60 с.*
7. *Попов С.Я. Основы химической защиты растений. Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А. / Под ред. профессора С.Я Попова. – М.: Арт-Лион, 2003. – 208 с.*
8. *Рекомендации по применению регуляторов роста в технологии выращивания картофеля / Для специалистов и руководителей сельхозформирований и ЛПХ. Казань, 2012, 50 с.*

УДК 66-5: 66-7.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОЙ ДРОБЕСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СОСУДОВ

© ***А.В. Тразанов***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.Р. Таранцева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

MODELING THE PROCESS OF IMPULSE SHOTBLASTING INTERNAL SURFACE OF THE VESSEL

© ***A.V. Trazanov***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***K.R. Tarantseva***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Проведено физическое и математическое моделирование процесса импульсной дробеструйной обработки внутренней поверхности сосудов. Получена зависимость времени обработки в зависимости от типоразмера сосуда.

Ключевые слова: моделирование, сосуд, время обработки.

Physical and mathematical modeling of the pulse shot blasting the inner surface of vessels was conducted. The dependence of the processing time depending on the size of the vessel was found.

Key words: modeling, vessel, processing time.

Применение средств CAD-систем при решении конструкторско-технологических задач позволяет не только сократить время разработки, но и проводить предварительную оценку конструкции и оптимальных технологических параметров процесса вновь разрабатываемых устройств.

Ранее нами были предложены метод и устройство для очистки внутренних поверхностей газовых баллонов пульсирующим потоком дроби [1-2] и подтверждена эффективность данного метода [3] .

Цель данной работы – математическое моделирование процесса импульсной дробеструйной обработки внутренней поверхности сосудов с целью определения оптимальных режимов обработки в зависимости от длины (объема сосуда).

Объектами исследования являются баллоны стальные среднего объема (от 12 до 55 л.) для газов ГОСТ 949 (таблица 1), находящиеся в процессе эксплуатации, материал корпуса – сталь углеродистая.

Таблица 1 – Технические характеристики баллонов стальных среднего объема

Объем балло-на, л	Диаметр цилиндрической части, м	Толщина стенки баллонов на давление, МПа (кг/см^2), не менее					Длина корпуса баллонов на давление, МПа (кг/см^2)					Масса баллонов на давление, МПа (кг/см^2), кг				
		из углеродистой стали			из легированной стали		из углеродистой стали			из легированной стали		из углеродистой стали			из легированной стали	
		9,8 (100)	14,7 (150)	19,6 (200)	14,7 (150)	19,6 (200)	9,8 (100)	14,7 (150)	19,6 (200)	14,7 (150)	19,6 (200)	9,8 (100)	14,7 (150)	19,6 (200)	14,7 (150)	19,6 (200)
12,0	140	3,1	4,4	5,7	3,1	3,9	975	1020	1060	975	1005	11,9	17,6	23,5	11,9	15,6
20,0	219	5,2	6,8	8,9	5,2	6,0	730	740	770	730		28,5	32,3	42,0	28,5	
25,0							890	900	935	890		34,0	38,7	50,5	34,0	
32,0							1105	1120	1165	1105		42,0	47,7	62,5	42,0	
40,0							1350	1370	1430	1350		51,5	58,5	76,5	51,5	
50,0							1660	1685	1755	1660		62,5	71,3	93,0	62,5	

Физической моделью являлся газовый баллон 10-200У ГОСТ 949-73 (V=10л, Ø140, L=900), контрольными образцами служили пластины из углеродистой стали (Ст.3 ГОСТ 380-2005), в качестве рабочего элемента использовалась дробь стальная (Ømin=0,7мм, Ømax=1,0мм).

Контрольные образцы крепились внутри испытательного баллона (для этого он был разрезан) с помощью приварных фланцов (рисунок 1).

Осмотр внутренней поверхности производился с применением гибкого управляемого видеоскопа jProbe FX с артикуляцией (поворотом конца зонда), и разрешением 320x240/640x480.

Измерения шероховатости поверхности проводились прибором «Сейтроник ПШ8-4 (С.С.)» с дискретностью отсчета, 0,01 мкм.

Измерения твердости проводились портативным твердомером «ТЭМП-4», с погрешностью показаний не более 3%.

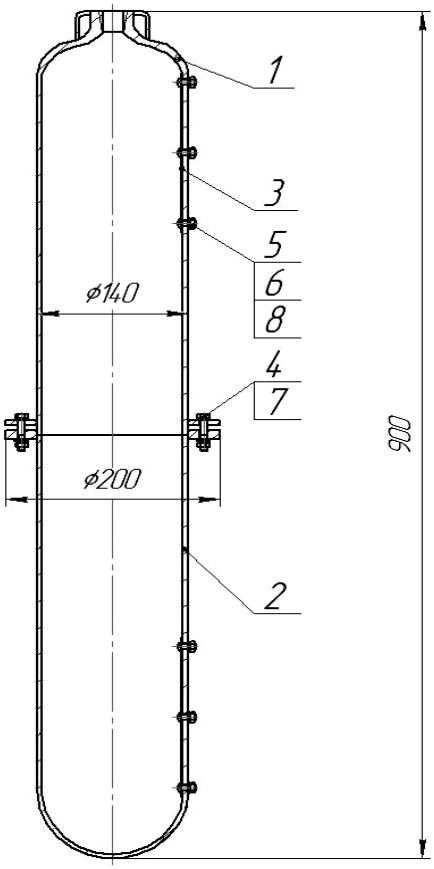


Рисунок 1– Физическая модель: 1– горловина с фланцем;
2 – дно с фланцем; 3 – пластина; 4 – болт М6х35 ГОСТ 7798-70;
5 – винт М6х25 ГОСТ 17473-80; 6 – гайка М12 ГОСТ 5915-70; 7 – шайба пружинная 6 ГОСТ 6402-70; 8 –шайба А.6 ГОСТ 11371-78

Исследования на физической модели позволили установить, что удовлетворительное качество внутренней поверхности, не допускающее пятен ржавчины на внутренней поверхности баллона достигается в течении 10...20 мин импульсной дробеструйной обработки (рисунок 2).

Для исследования влияния длины сосуда на время подачи импульса проводилось моделирование в среде SolidWorks с использованием стандартных пакетов прикладных программ. С учетом промышленных условий давление воздуха подаваемое на устройство принималось равным 0,6МПа, диаметр стальной дроби 0,7–1,0мм (рисунки 3,4).

Полученные зависимости времени подачи импульса воздуха от длины сосуда описываются уравнениями:

$y = 72{,}14 \exp(0{,}54x)$, с коэффициентом детерминации 0,88 для сосудов диаметром 140 мм и длиной до 1060 мм;

$y = 641{,}89 \exp(0{,}2x)$, с коэффициентом детерминации 0,85 для сосудов диаметром 219 мм и длиной от 730 мм до 2000 мм.

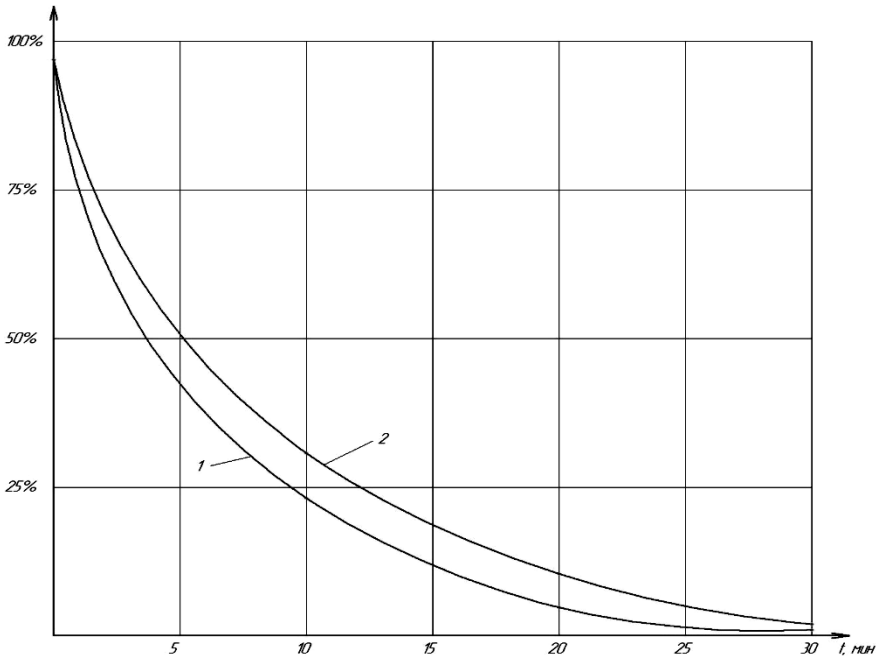


Рисунок 2 – Влияние времени обработки на качество внутренней поверхности:
1 – горловина баллона, 2 – дно баллона, по оси х – время обработки,
по оси у – % ржавчины на внутренней поверхности баллона.

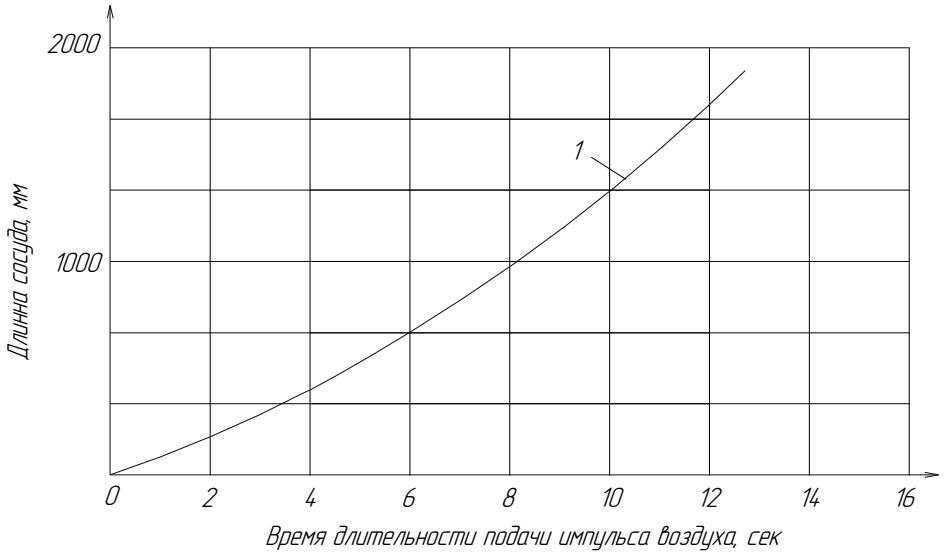


Рисунок 3 – Зависимость времени подачи импульса воздуха от длины сосуда
(для сосудов Ø 140 мм)

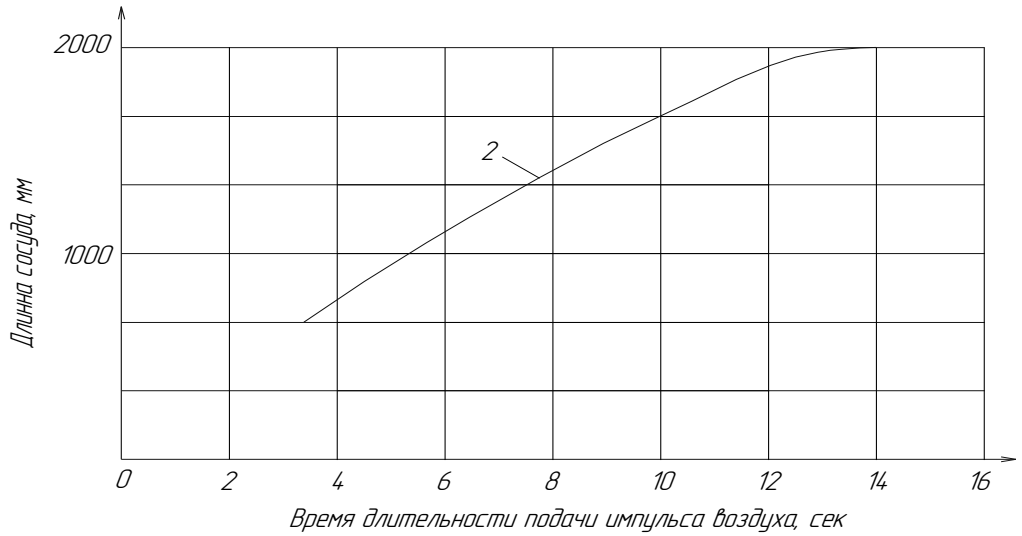


Рисунок 4 – Зависимость времени подачи импульса воздуха от длины сосуда (для сосудов Ø 219 мм)

По результатам исследований были определены оптимальные параметры протекания процесса для различных типоразмеров очищаемых сосудов, выявлена большая эффективность данного способа на сосудах меньшего объема.

Список литературы

1. *Таранцева К.Р., Тразанов А.В. Анализ эффективности импульсной дробеструйной очистки внутренней поверхности сосудов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 1. – С.155-158.*
2. *Таранцева К.Р., Тразанов А.В. Очистка внутренней поверхности баллонов пульсирующим потоком дроби в кипящем слое // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 2. – С. 146-152.*
3. *Tarantseva. K.R. Trazanov A.V. Using Solidworks for analysis of effective pulse of blast cleaning //International Scientific-Practical Conference "Innovative Informative Technologies in Industry and Social Economic Sphere" Part 3, Prague 2014, April 21-25, P.150-154.*

УДК 632.95:632.954

ОБЗОР РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ПЕСТИЦИДОВ В ПОСЛЕРЕГИСТРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

© ***Т.В. Кононова,*** *Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (г. Москва, Россия)*

© ***В.Г. Сычев,*** *ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*

SURVEY OF RUSSIAN AND INTERNATIONAL LEGISLATION IN THE REGION OF MONITORING PESTICIDES IN THE POSLEREGISTRATSIONNYY PERIOD

© ***T.V. Kononova,*** *The Ministry of agriculture of the Russian Federation (Moscow, Russia)*

© ***V.G. Sychev,*** *SSI All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry after D.N. Pryashnikov (Moscow, Russia)*

В статье изложены правовые основы организации мониторинга, последействия применения пестицидов и агрохимикатов в сельскохозяйственном производстве Российской Федерации с целью обеспечения безопасного их обращения, охраны здоровья людей и окружающей среды.

Ключевые слова: пестициды, действующие вещества, охрана природы, почва

In the article the lawful the bases of the organization of monitoring the aftereffect of the application of pesticides and agro-chemicals in the agricultural production of the Russian Federation for the purpose of the guarantee of their safe rotation, protection of the health of people and environment are presented.

Key words: pesticides, the acting substances, the protection of nature, the soil

Пестициды представляют собой химические или биологические вещества, используемые в сельскохозяйственном производстве для защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, регулируют рост растений.

Благодаря процедуре государственной регистрации пестицидов, которая охватывает ряд многочисленных исследований, эти химические вещества относятся к одним из наиболее изученных веществ.

Правовые основы обеспечения безопасного обращения с пестицидами, в том числе с их действующими веществами, а также агрохимикатами в целях охраны здоровья людей и окружающей среды установлены Федеральным законом от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» [1].

В процессе государственной регистрации пестициды проходят токсиколого-гигиеническую и экотоксикологическую оценки, разрабатываются регламенты их применения с точки зрения биологической эффективности.

Одно из глобальных экологических проблем [2], возникающих в процессе сельскохозяйственного производства, является негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека пестицидов в после регистрационный период.

Наряду с положительным эффектом применения пестицидов проявляются и отрицательные последствия: накопление в их почве, водоемов, возникновение устойчивых к ним популяций вредных организмов, появление

новых экономически значимых видов вредителей, губительное действие на представителей полезной флоры и фауны, потенциальная угроза здоровью человека, нарушение естественных биоценозов и т.д. [3, 4].

Важным инструментом в предотвращении негативных последствий применения и глобальной миграции пестицидов является мониторинг их токсикологических остатков в объектах окружающей среды, растениеводческой продукции, кормах и продуктах питания. Мониторинг пестицидов отвечает общей методологической структуре экологического мониторинга и включает систему наблюдений, оценку и прогноз уровней загрязнения пестицидами с последующей разработкой мероприятий по оздоровлению окружающей среды [5].

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов [6].

В Российской Федерации действует Постановление Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга» установлено, что социально-гигиенический мониторинг представляет собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека (далее – мониторинг). Мониторинг осуществляет Роспотребнадзор.

При ведении мониторинга решаются следующие задачи:

а) гигиеническая оценка (диагностика) факторов среды обитания человека и состояния здоровья населения;

б) выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения;

в) установление причин и выявление условий возникновения и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений);

г) подготовка предложений для принятия федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, необходимых мер по устранению выявленных вредных воздействий факторов среды обитания человека.

Также действуют и другие нормативные документы.

«Методические указания. Охрана природы. Почвы. Методы отбора объединенных проб почвы и оценки загрязнения сельскохозяйственного угодья остаточными количествами пестицидов». РД 52.18.156-99». Настоящие методические указания предназначены для использования в сетевых подразделениях Росгидромета, при осуществлении наблюдений за содержанием в почве ОК пестицидов и в других организациях, осуществляющих мониторинг загрязнения почв.

«РД 52.24.309-2011. Руководящий документ. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши» (утв. Росгидрометом 25.10.2011). Наблюдения за содержанием пестицидов с учетом особенностей их поступления, миграции и трансформации в водной среде в следующих местах:

а) в районе применения пестицидов;

б) в районе населенных пунктов, в которых имеются предприятия, производящие пестициды;

в) на участках водотоков и водоемов с повторяющимися случаями нарушения норм качества воды пестицидами, выявленными по результатам режимных наблюдений и обследований;

г) в районе пересечения государственной границы;

д) в пунктах, определенных в качестве опорных для наблюдений за содержанием ХОП в воде водоемов и водотоков;

е) в пунктах, совпадающих с пунктами для специальных наблюдений (для оценки состояния водоемов и водотоков в районе пересечения границ административно-структурных подразделений Российской Федерации, для оценки влияния мелиорации и т.д.).

Организация Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) уделяет особое внимание снижению риска неблагоприятного воздействия пестицидов на окружающую среду, для чего была создана программа Best Practices Compliance [7].

Целью программы является оказание помощи правительствам стран в сотрудничестве по вопросам снижения рисков применения пестицидов. ОЭСР рекомендует правительствам стран обмениваться информацией по вопросам регистрации пестицидов и разрабатывать подходы для их мониторинга и уменьшению риска их воздействия на здоровье людей и окружающую среду.

Обмен информацией является одним из основных направлений ОЭСР. Разработаны руководства для производителей (регистрантов) химических [8] и биологических пестицидов [9], которые используются ими при подготовке данных о регистрируемых пестицидах (досье). Другие два руководства предназначены для правительств (регистрационных органов) [10, 11], которые оценивают представленные данные и готовят соответствующие монографии о пестицидах. Все эти руководства устанавливают унифицированную форму представления данных с целью создания более ясной, полной и удобной информации о пестицидах. Это дает возможность регистрирующим органам стран – ОЭСР эффективно обмениваться данными по оценке пестицидов, а регистрантам – представлять унифицированное досье [12].

Соблюдение рекомендацией и обмен данными имеют большое значение для снижения риска их применения и более эффективного использования.

В программе Best Practices Compliance рассматриваются следующие аспекты:

- производство пестицидов;
- торговля (включая транспортировку и продажу);
- применение пестицида;
- хранения пестицидов;
- вопросы переработки и утилизации.

Для каждого из вышеуказанных аспектов разрабатываются соответствующие документы:

- отзывы по нормативным требованиям, а также списки соблюдения регламентов их применения, необходимые для регулирующих органов;
- руководство по описанию возникающих проблем;
- факторы и риски, которые могут возникнуть при оценке несоблюдения регламентов применения пестицидов;

- информирует о толерантности и регулированию рисков применения пестицидов;
- руководство по оценке эффективности ответов, данных с несоблюдением регламентов применения пестицидов.

Программы, разработанные ОЭСР по пестицидам, являются частью их работы в области химической безопасности. К таким документам относятся доклады рабочих совещаний и семинаров, но и руководящие документы или отчеты обследования.

Список литературы

1. *Федеральный закон от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами».*
2. *Лунев М.И. Мониторинг пестицидов в окружающей среде и продукции: эколого-токсикологические и аналитические аспекты. Российский Химический Журнал, том XLIX (2005), № 3.*
3. *BrownA.W.A. Ecologyofpesticides. N.Y.: J. Wiley and Sons, 1987, 525 p.*
4. *Соколов М.С., Монастырский О.А, Пикушова Э.А. Экологизация защиты растений. Пущино. ОНТИ ПНЦ РАН, 1994, 462 с.*
5. *Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984, 560 с.*
6. *Федеральный закон от 10 января 2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».*
7. *OECD(2012), OECD Guidance on Pesticide Compliance and Enforcement Best Practices, Series on Pesticides No. 71, Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD.*
8. *OECD Guidance for Industry Data Submission on Plant Protection Products and their Active Substances. Main Document, Revision 2, May 2005, OECD Environment Directorate, Paris, 2005, 32 pp.*
9. *OECD Guidance for Industry Data Submission for Microbial Pest Control Products and their Microbial Pest Control Agents. February 2004, OECD Environment Directorate, Paris, 2004, 26 pp.*
10. *OECD Guidance for Country Data Review Reports on Plant Protection Products and their Active Substances. Main Document, Revision 3, April 2008, OECD Environment Directorate, Paris, 2008, 26 pp.*
11. *OECD Guidance for Country Data Review Reports on Microbial Pest Control Products and their Microbial Pest Control Agents. February 2004, OECD Environment Directorate, Paris, 2004, 23 pp.*
12. *Кононова Т.В., Горбатов В.С. ОЭСР и регулирование обращения пестицидов/ «Защита и карантин растений», № 4, 2011, с. 7- 9.*

УДК 504.06

СИНТЕЗ МЕТОДОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

© ***А.А. Горячева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.Н. Серёдкин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Р.А. Дярькин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

SYNTHESIS METHODS OF THE REFERENCE WITH PRODUCTION WASTES AND CONSUMPTION

© ***A.A. Goryacheva,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*
© ***A.N. Seredkin,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*
© ***R.A. Dyar'kin,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена проблеме снижения негативного воздействия на окружающую среду путём применения комплексных технологий обращения с отходами производства и потребления (ОПП). Применение научно обоснованных принципов построения системы управления отходами на урбанизированных территориях является качественным основанием для минимизации объёмов накопления ОПП и развития безотходного ресурсосберегающего производства.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, урбанизированные территории, технологии обращения, синтез методов обращения.

The article is devoted to the problem of reducing the negative impact on the environment through application of integrated waste management technologies of production and consumption (OPP). The application of scientific principles of the system of waste management in urban areas is a good basis to minimize the volumes of accumulation of the OPP and development of resource-saving wasteless production.

Key words: production wastes and consumption, urban territories, technology of treatment, the synthesis methods of treatment.

E-mail: goryacheva.pgta@mail.ru; anc1961r@gmail.com; penza-ruslan@mail.ru

На сегодняшний день рост объёмов производства и потребления различного рода продукции увеличивает количество образуемых и накопленных отходов производства и потребления. Проблема применения технологий обращения с ОПП остро стоит во многих странах мира. Так например, в соответствии с политикой обращения с отходами, Европейский Союз установил четкую иерархию методов обращения с отходами (Рамочная директива об отходах (75/442/EEC) (рис. 1).

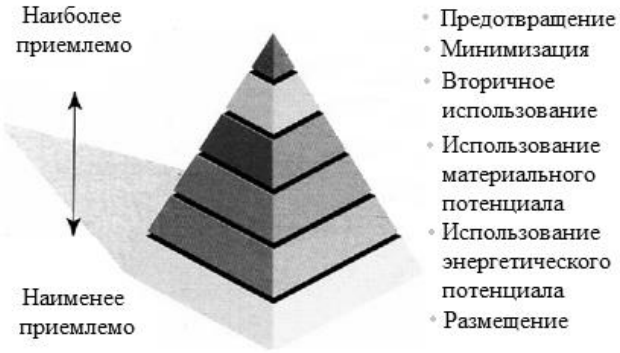


Рисунок 1 – Иерархия обращения с отходами в странах Европейского союза

Необходимость применения технологий обращения с ОПП должна определяться исходя из эколого-экономических показателей урбанизированных территорий, в том числе, с учётом оценки деятельности хозяйствующих субъектов. Отечественный и зарубежный опыт включает ряд направлений обращения с отходами: захоронение; механическая, биологическая и энергетическая утилизации; вторичное использование [8, с. 19].

Для определения технологии обращения с ОПП на конкретной урбанизированной территории необходимо на местном (муниципальном) уровне выполнить сравнительный анализ по следующим критериям:

- виды, объёмы и классы опасности отходов, образуемых на урботерриториях (выборка информации из соответствующих проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение или расчет нормативов образования ОПП);
- расчёт экологического ущерба (включающий, как размер нанесённого ущерба окружающей среде и здоровью человека, так и упущенную выгоду от реализации ОПП);
- капитальные и текущие затраты [4, с. 35].

По итогам проведения сравнительного анализа, необходима оценка ресурсного потенциала отходов и доступности технологий утилизации ОПП. Для определения качественно-количественного состояния необходимо внедрение выборочной сортировки используемых фракций отходов в местах образования, либо на мусороперерабатывающих предприятиях.

Вместе с тем, предлагается внедрение принципов построения системы управления отходами для органов местного самоуправления на урбанизированных территориях.

Принцип расширения границ центральных объектов размещения отходов и уменьшение их общего числа, направлен на увеличение экономического эффекта от привлекаемых инвестиций в развитие отрасли со стороны заинтересованных инвесторов (юридических или физических лиц), строительство более усовершенствованных объектов и минимизации негативного воздействия на стадии размещения отходов. [1, с. 965]

Принцип экологически безопасного размещения отходов и уменьшения количества парниковых газов, при помощи отделения органических компонентов и (или) создания инновационных объектов размещения отходов (с устройствами защиты окружающей среды, системой сбора биогаза и т.п.) [5, с. 19].

Принцип максимального использования ресурсного потенциала отходов, направлен на извлечение максимального количества вторичного материального сырья из ОПП, по средствам применения раздельного сбора, механической, биологической или энергетической утилизации отходов непосредственно перед захоронением.

Принцип минимизации ОПП отправляемых на размещение, направлен на предотвращение негативного воздействия на окружающую среду объектов размещения отходов (отход накопителей, свалок или полигонов), по средствам выборки образующихся фракций в виде вторичного материального сырья [3, с. 3].

Отдельно взятая технология, либо синтез методов обращения с отходами, в том числе утилизация отходов, потребует значительных капитальных вложений со стороны инвесторов. В связи с этим, необходимо выделить нижеследующие подходы в организации обращения с ОПП для органов местного самоуправления:

1) соблюдение действующих нормативных и правовых актов в области обращении с отходами, установленных соответствующими органами государственной и муниципальной власти;

2) внедрение и исполнение природоохранных программ, включающих плановые мероприятия по обращению с отходами и обеспечивающих защиту окружающей среды и рациональное природопользование;

3) организация государственного и (или) производственного контроля осуществляемой деятельности хозяйствующих субъектов;

4) соблюдение условий, при которых ОПП не будут оказывать вредного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье людей (к примеру, временное накопление отдельных видов ОПП на территории хозяйствующих субъектов);

5) минимизация количества всех видов образующихся отходов производства и потребления;

6) обезвреживание и (или) использование отходов непосредственно перед отправлением в объекты размещения отходов;

7) внедрение раздельного сбора ОПП по видам, классам опасности и другим признакам для последующего использования в качестве вторичных материальных ресурсов;

8) организация экологически безопасного транспортирования опасных промышленных отходов;

9) захоронение или хранение ОПП в специализированных объектах размещения отходов, удаленных от границ урбанизированных территорий, лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зон и зон санитарной охраны источников питьевого водоснабжения, на расстояние не менее 5 км;

10) контроль над соблюдением установленных нормативов предельного образования и размещения ОПП;

11) контроль над наличием у хозяйствующих субъектов необходимой лицензионно-разрешительной документации, регламентирующей все стадии обращения с отходами производства и потребления. [7, с. 30]

Для обеспечения экологической безопасности обращения с промышленными отходами, образующихся у промышленно развитых предприятий, необходима организация разработки собственных целевых программ, сроком на 5 лет, с ежегодным предоставлением отчетно-технической документации по их исполнению [6, с. 6].

В связи с этим, предполагается, что использование комплекса методов обращения с отходами производства и потребления на урбанизированных территориях будет более приоритетным направлением по пути к снижению негативного воздействия на окружающую среду. У хозяйствующих субъектов исчезнет материальная заинтересованность в уклонении от соблюдения разумных и необременительных требований природоохранного законодательства [2, с. 31].

Список литературы

1. *Горячева А.А., Дярькин Р.А. Эколого-экономическая оценка утилизации резинотехнических отходов во вторичное сырье. // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 10. — С. 963-967.*
2. *Кретов А.В. Лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами: перемены назрели. Экологические нормы. Правила. Информация. – 2008. – № 5. – С. 30-31.*

3. *Орлецкая Л.В. Ценные вторичные ресурсы. // Рециклинг отходов. - 2006. - № 6. С. 3 - 4.*
4. *Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. // - М.: Издательство «Наука». - 1993. С. 34 - 36.*
5. *Чертес К.Л., Быков Д.Е., Тупицына О.В. и Ендураева Н.Н. Единый полигон для размещения отходов. // Экология и промышленность России. – сентябрь. - 2002. - С. 18 - 19.*
6. *Чертес К.Л., Быков Д.Е., Слащук И.А. Комплексное размещение отходов промышленного мегаполиса. // Экология и промышленность России. – февраль. - 2003. С. 2 - 6.*
7. *Штарке Л.А. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс // – М.: Химия, 1987. - С. 30 - 33.*
8. *Щербина Е.В., Алёшина Т.А. Место экономических и социальных механизмов в управлении отходами. // Труды второй Всероссийской научно-практической конференции. – Самара: - 2003. С. 18-21.*

УДК 5.57.574

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИОДИРОВАННЫХ И НЕИОДИРОВАННЫХ ПАВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО СОРБЕНТА

© ***В.А. Заматырина,*** *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия)*
© ***Е.И. Тихомирова,*** *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия)*

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF IODINATED AND NOT IODINATED SURFACTANTS AS A PROMISING COMPONENT OF NANOSTRUCTURES SORBENT

© ***V.A. Zamatyrina,*** *Gagarin SSTU (Saratov, Russia)*
© ***E.I. Tikhomirova,*** *Gagarin SSTU (Saratov, Russia)*

В работе проведено сравнение антимикробных свойств иодированных и неиодированных поверхностно-активных веществ: септапава, катапава и алкапава. Была доказана высокая бактерицидная способность йодированных форм ПАВ, особенно алкапава, по сравнению с их не йодированными формами в отношении референс-штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий. Анализ структуры этих ПАВ показал перспективность их встраивания в наноструктурированный сорбент. Использование модифицированного сорбента в фильтрующих системах позволит обеспечить комплексную очистку сточных вод.

Ключевые слова: сорбция, поверхностно-активные вещества, сточные воды, очистка сточных вод, бактерицид.

In work comparison of bactericidal properties iodinated and not iodinated surfactants: septapav, katapav and alkapav. High bactericidal capacity iodinated surfactants, especially alkapav, compared with not iodinated forms against gram-positive and gram-negative bacteria has been proved. These surfactants are promising for integration into nano-sorbent and subsequent use of the system for solving actual problems of wastewater treatment.

Key words: sorption, surface-active substances, waste water, waste water treatment, bactericide

E-mail: zam-valentina@yandex.ru

Суммарный забор свежей воды из поверхностных источников Саратовской области составляет 907,26 млн. м^3. Общий объем сточных вод,

сброшенных в поверхностные водные объекты, составляет более 200,68 млн. $м^3$, из них неочищенных и сильно загрязненных 112,22 млн. $м^3$[1]. Сточные воды предприятий содержат нефтепродукты, ионы тяжелых металлов, множество различных химических соединений.

Бытовые сточные воды имеют обычно слабощелочную реакцию среды (pH=7,2 – 7,8). Загрязнения, содержащиеся в них, состоят из неорганических и органических веществ, находящихся в жидкости в растворенной форме и в виде взвешенных веществ (оседающих, всплывающих и коллоидных). Минеральные загрязнения в бытовых сточных водах присутствуют в виде нерастворенного вещества – 5 %, суспензии – 5 %, коллоидов – 2 % и растворимых веществ – 30 %. Они представлены в основном солями аммония, фосфатами, хлоридами, гидрокарбонатами, а также другими соединениями. Для органических веществ распределение соответственно следующее: нерастворимых – 15 %, суспензии – 15 %, коллоиды – 8% и растворимых – 20 % [1].

Органические вещества бытовых сточных вод представлены безазотистыми (углеводами и жирами) и азотосодержащими веществами – белками и продуктами их гидролиза [2].

Особой формой загрязнения бытовых и промышленных сточных вод являются микроорганизмы. Поверхностные источники воды загрязняются различными микроорганизмами, в том числе и патогенными, в результате попадания в них недоочищенных канализационных и сточных вод инфекционных клиник и ветеринарных лечебниц.

Известно, что в воде поверхностных водоемов длительное время могут сохраняться возбудители дизентерии, брюшного тифа, энтеровирусы, лептоспиры и многие другие, способны размножаться возбудители холеры. Это обусловливает актуальность совершенствования методов и технологий очистки воды с гарантированной дезинфекцией.

Присутствие в воде вредных химических веществ и микроорганизмов в количествах, превышающих ПДК, требует комплексной глубокой ее очистки перед использованием для хозяйственно-питьевых и некоторых промышленных целей. Это, в свою очередь, ведет к большим финансовым затратам.

Решить эту проблему можно снижением нагрузки на городские очистные сооружения при использовании современных экологичных, высокоэффективных фильтрующих систем на основе природных наноструктурированных и модифицированных сорбентов, позволяющих не только очищать сточные воды от химических загрязнений, но и нейтрализовывать микроорганизмы.

Применение природных минеральных сорбентов в очистке сточных вод приемлемо с экологической и экономической точки зрения. Однако, такие материалы не всегда обладают нужными сорбционными свойствами, и их необходимо химически модифицировать [3]. Наиболее перспективными являются наноструктурированные формы природного сорбента органобентонита, с отличной от исходного минерала внутренней структурой, в которые можно встраивать вещества с бактерицидными свойствами [4]. На настоящий момент таких веществ известно великое множество, но большинство из них сами являются опасными с экологической точки зрения химическими веществами, например, такие как хлор и озон.

Ряд авторов [5, 6] в своих работах рассматривали бактерицидные свойства некоторых поверхностно-активных веществ (ПАВ) – обширной группы соединений, различных по своей структуре и относящихся к разным

классам веществ. Как правило, ПАВы – органические соединения, имеющие амфифильное строение, то есть их молекулы имеют в своём составе полярную часть, гидрофильный компонент (функциональные группы -OH, -COOH, -SOOOH, -O- и т. п., или, чаще, их соли -ONa, -COONa, -SOOONa и т.п.) и неполярную (углеводородную) часть, как гидрофобный компонент [5].

Известно, что иодирование сопровождается усилением антимикробного действия многих соединений. Йод обладает высокой бактерицидной активностью и широко используется в медицине в качестве антисептика. Исследованиями американских ученых доказана способность молекул J^- выходить «по сигналу» [7]. В этой связи представляло научный и практический интерес сравнить эффективность антимикробного действия неиодированных и иодированных форм ПАВ, которые по своим физико-химическим свойствам и структуре являются перспективными для модификации наноструктурированных природных сорбентов.

В нашей работе были изучены бактерицидные и бактериостатические свойства неиодированных и иодированных форм ПАВ по отношению к референс-штаммам грамположительных и грамотрицательных бактерий, основных санитарно-показательных микроорганизмов.

Объектами исследований были следующие ПАВы:

– септапав, катионный ПАВ с бактерицидными и фунгицидными свойствами; активно используется в дезинфекции, в нефтегазодобыче [8];

– катапав, катионный ПАВ с биоцидными, туберкулоцидными и фунгицидными свойствами; используется в качестве активной основы в производстве дезинфицирующих средств широкого назначения, входит в состав для консервации древесины, обработки воды, в качестве функциональных добавок в производстве технических моющих средств, товаров бытовой химии, текстильно-вспомогательных веществ, композиций для обработки кожи и меха, лакокрасочных материалов, синтетических каучуков [8];

– алкапав обладает бактерицидными, фунгицидными, пеномоющими, антистатическими, кондиционирующими свойствами; используется в качестве активной основы в производстве дезинфицирующих средств широкого назначения, в составах для консервации древесины, обработки воды, в качестве функциональных добавок в производстве технических моющих средств, товаров бытовой химии, текстильно-вспомогательных веществ [8].

Анализ структурных особенностей данных ПАВ был проведен нами ранее [4].

На первом этапе работы было проведено исследование антимикробной активности этих ПАВ по отношению к стандартным тест-микроорганизмам: *Staphylococcus aureus 209 P и Escherichia coli M-17.* Для исследования были приготовлены 1%-ные растворы ПАВ и взвеси микроорганизмов в физиологическом растворе, приготовленные по стандарту мутности ГИСК имени Тарасевича №10 и оттитрованные до концентрации 5×10^4 м.к./мл.

В 1%-ные растворы ПАВ добавляли взвесь микроорганизмов и инкубировали 30 минут при комнатной температуре. Затем высевали надосадочную жидкость с помощью микробиологической петли на питательные среды, оптимальные для тест-микроорганизмов. Результаты учитывали по наличию видимого роста на чашках Петри через 24-48 часов инкубации при температуре 37^0С (табл. 1) по общепринятой методике.

Установлена бактерицидная активность септапава по отношению к тест-микроорганизмам.

Таблица 1 – Учет роста микроорганизмов, обработанных неиодированными ПАВ

ПАВ	*Escherichia coli*	*Staphylococcus aureus*
Септапав	-	-
Алкапав	+	-
Катапав	+	+

+ -наличие роста колоний микроорганизмов;

- - отсутствие роста

Для алкапава отмечено бактериостатическое действие на кишечную палочку и бактерицидное – на золотистый стафилококк. Катапав не оказывал бактерицидного и бактериостатического действия на данные микроорганизмы.

Для второго этапа исследований были приготовлены иодированные формы исследуемых ПАВ. Наиболее стабильной оказалась иодированная форма алкапава, поэтому далее была изучена антимикробная активность растворов этой формы с разной концентрацией йода: 1 и 0,5%. Взвеси бактерий использовали в концентрации 5 х 10^4 м.к./мл.

В приготовленные растворы иодированного алкапава добавляли взвесь микроорганизмов в соотношении 1: 1 и инкубировали 30 минут при комнатной температуре. Затем высевали надосадочную жидкость на питательные среды и учитывали видимый рост бактерий на чашках Петри. Через 48 часов во всех посевах рост бактерий отсутствовал, что свидетельствовало о выраженном бактерицидном действии иодированного алкапава.

Полученные данные позволяют сделать заключение, что иодирование ПАВ усиливает их антимикробное действие. Иодированная форма алкапава может быть использована для конструирования эффективного сорбента комплексного действия для целей водоочистки и водоподготовки.

Список литературы

1. *Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. – Саратов, 2013 – 224 стр.*
2. *Шапкин Н. П., Жамская Н. Н., Кондриков Н. Б. Фундаментальные основы технологии очистки сточных вод // Тезисы докладов Международного экологического конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». – СПб.: 2000. – С. 259.*
3. *Климов Е. С., Бузаева М. В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 201 с.*
4. *Тихомирова Е.И., Заматырина В.А., Кошелев А.В., Бойченко Е.А. Экологическое обоснование получения и применения биологически активных органобентонитов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4. – С. 660-683.*
5. *Орлов А.А., Долматова Т.Е., Кошелев А.В., Скиданов Е.В. Мембранные методы очистки питьевой воды в сельских условиях // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4. – С. 1084-1088.*
6. *Остроумов С. А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы. – М.: МАКС-Пресс, 2001. – 334 с.*
7. *Патент США № 2531812, кл. 252-8,S, 1998.*
8. *Сайт компании ООО НПО "НИИПАВ". URL: http://niipav.ru*

УДК [622.276+665.6]:628.4.038:502.521

УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕШЛАМОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АППРЕТИРОВАННОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

© ***Е.А. Колобова,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

UTILIZATION OF OIL SLIMES FOR RECEIVING THE FINISHED FILLER IN COMPOSITE MATERIALS

© ***EA Kolobova,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Для обезвреживания отходов предлагается комплексное технологическое решение с разделение отходов на жидкую (нефтепродукты, вода) и твердую фазы с последующим обезвреживанием нефтезагрязненного остатка химическим методом и получением продукта утилизации – наполнителя в композиционные материалы.

Ключевые слова: нефтешламы, утилизация, экология, нефтесодержащие отходы, композиционные материалы.

For neutralization of proposed technological solution to a complex separation of the waste into a liquid (oil, water) and the solid phase, followed by neutralization of oil-contaminated residue chemical method and give the product utilization – filler in composite materials.

Key words: oil sludge, utilization, recycling, ecology, oil waste, composite materials.

E-mail: bel-eka@yandex.ru

Нефтешламы, образующиеся при добыче, транспортировке и переработки нефти в зависимости от условий их образования могут быть разделены на 3 основные группы: грунтовые, придонные и резервуарного типа. Нефтешламы грунтового типа образуются при разливах нефтепродуктов на почву, например, при авариях; придонного типа – при оседании нефтеразливов на дне водоемов; резервуарного типа – при перевозке и хранении нефтепродуктов в емкостях различного типа. Структура нефтешламов представляет собой физико-химическую систему, включающую в себя нефтепродукты, воду и минеральные добавки (глина, песок, окислы металлов и т.д.). Одной из причин образования резервуарных нефтешламов является взаимодействие нефтепродуктов с влагой, кислородом, механическими примесями и материалом стенок резервуара. Результатом таких взаимодействий является частичное окисление исходных нефтепродуктов с образованием смолоподобных соединений и коррозия стенок резервуара. Попадание в резервуары с нефтепродуктами влаги и механических загрязнений способствует образованию водно-масляных эмульсий и минеральных дисперсий. Все нефтешламы различаются по своим физико-химическим характеристикам, что обусловлено разным составом исходного сырья, условиями окружающей природной среды. В результате различных проводимых исследований нефтешламы резервуарного типа имеют широкий диапазон соотношений нефтепродукт, вода, механические примеси: углеводороды составляют от 5 до 90%, вода от 1 до 70%, твердые примеси от 0,8 до 65% [6].

Физико-химические характеристики отходов и источники их образования на АНПЗ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики нефтешламов, источники их образования [1]

Наименование отходов	Место образования отходов	Физико-химическая характеристика отходов	Количество отходов		Использование отходов
			т/сут	т/год	
Донный осадок (замазученный песок)	Песколовка механических очистных сооружений	Пастообразный. Нефтепродукт – 1%; Взвешенные вещества – 29% Вода – 70%	0,168	45,542	Захоронение на полигоне твердых промышленных отходов
Донный осадок (нефтешлам)	Механические очистные сооружения, установка химводоочистки	Пастообразный. Нефтепродукт – 12% Взвешенные вещества –18% Вода – 70%	2,719	902,64	Захоронение на полигоне твердых промышленных отходов
Шлам биологический	Сооружения биологической очистки стоков	Пастообразный. Влажность – 65% Избыточный ил – 35% Вода – 65%	0,064	20,316	Захоронение на полигоне твердых промышленных отходов
Нефтеэмульсия (уловленные нефтепродукты)	Сооружения механической очистки, очистные сооружения солесодержащих стоков	Жидкий нефтепродукт до 30%, вода – 70%	1,464	484,53	Захоронение на полигоне твердых промышленных отходов
Активированный уголь (доочистка сорбционная)	Очистные сооружения	Уголь	–	4,17	Захоронение на полигоне твердых промышленных отходов

В наиболее упрощенном виде нефтешламы представляют собой многокомпонентные устойчивые агрегативные физико-химические системы, состоящие главным образом, из нефтепродуктов, воды и минеральных добавок (песок, глина, окислы металлов и т.д.). Главной причиной образования резервуарных нефтешламов является физико-химическое взаимодействие нефтепродуктов в объеме конкретного нефтеприемного устройства с влагой, кислородом воздуха и механическими примесями, а также с материалом стенок резервуара. В результате таких процессов происходит частичное окисление исходных нефтепродуктов с образованием смолоподобных соединений и ржавление стенок резервуара. Попутно попадание в объем нефтепродукта влаги и механических загрязнений приводит к образованию водно-масляных эмульсий и минеральных дисперсий. Поскольку любой шлам образуется в результате взаимодействия с конкретной по своим условиям окружающей средой и в течение определенного промежутка времени, одинаковых по составу и физико-химическим характеристикам шламов в природе не бывает. По результатам многих исследований [6-8] в нефтешламах резервуарного типа соотношение нефтепродуктов, воды и механических примесей (частицы песка, глины, ржавчины и т.д.) колеблется в очень широких пределах: углеводороды составляют 5-90%, вода 1-52%, твердые примеси 0,8-65%. Как следствие, столь

значительного изменения состава нефтешламов диапазон изменения их физико-химических характеристик тоже очень широк. Плотность нефтешламов колеблется в пределах 830-1700 кг/м^3, температура застывания от -3^{o}С до +80^{o}С. Температура вспышки лежит в диапазоне от 35 до 120^{o}С.

При длительном хранении резервуарные нефтешламы со временем разделяются на несколько слоев с характерными для каждого из них свойствами.

Верхний слой представляет собой обводненный нефтепродукт с содержанием до 5% тонкодисперсных механических примесей и относится к классу эмульсий "вода в масле". В состав этого слоя входят 70-80% масел, 6-25% асфальтенов, 7-20% смол, 1-4% парафинов. Содержание воды не превышает 5-8%. Довольно часто органическая часть свежеобразованного верхнего слоя нефтешлама по составу и свойствам близка к хранящемуся в резервуарах исходному нефтепродукту. Такая ситуация обычно имеет место в расходных резервуарах автозаправочных станций. Средний, сравнительно небольшой по объему слой представляет собой эмульсию типа "масло в воде". Этот слой содержит 70-80% воды и 1,5-15% механических примесей. Следующий слой целиком состоит из отстоявшейся минерализованной воды с плотностью 1,01-1,19 г/см3. Наконец, придонный слой (донный ил) обычно представляет собой твердую фазу, включающую до 45% органики, 52-88% твердых механических примесей, включая окислы железа. Поскольку донный ил представляет собой гидратированную массу, то содержание воды в нем может доходить до 25%.

В зависимости от состава и физико-химических свойств нефтешламов резервуарного типа применяются различные технологические схемы для их утилизации. Например, нефтешламы жидко-вязкой консистенции подвергают разделению на нефтепродукт, воду и твердые механические примеси с целью дальнейшего использования полученных нефтепродуктов по установленной схеме. Переработка нефтешламов с предварительным механическим разделением фаз экономически обоснована при высоком содержании в них органики, используемой в качестве одного из компонентов сырья для коксования или добавок в котельные топливо. Кроме того известны способы использования таких нефтешламов без предварительного разделения фаз в смесях с торфом, угольной пылью, опилками, иными горючими веществами и отходами в качестве брикетированного котельного топлива, строительных материалов [6-7]. В работе [11] с учетом различных исследований в области утилизации нефтешламов предложена схема создания опытно-промышленной линии переработки нефтешламов и изготовления на ней строительных материалов и топливных элементов.

На одну тонну перерабатываемой нефти приходится 7 кг нефтешламов, что приводит к большому скоплению последних в земляных амбарах нефтеперерабатывающих предприятий. Шламы представляют собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие в среднем 10-56% нефтепродуктов, 30-85% воды, 1,3-46% твердых примесей. Нефтяные шламы можно использовать по нескольким направлениям: возврат в производство (при обезвоживании и сушки) с целью последующей переработки в целевые продукты; использование их в качестве топлива, однако это связано с большими материальными затратами. К нефтяным шламам можно добавлять негашеную известь (5-50%) и после сушки в естественных условиях использовать в качестве наполнителя при изготовлении строительных материалов. Одним из основных способов

утилизации нефтяных шламов является сжигание в печах различной конструкции (камерных, кипящего слоя, барабанных и др.). Печи кипящего слоя широко используют для отходов, содержащих не более 20% твердых примесей. При сжигании шламов, содержащих до 70% твердых примесей, распространение получили вращающиеся печи барабанного типа [6].

Традиционно собранные в процессе зачистки резервуаров нефтешламы жидко-вязкой консистенции подвергаются разделению на нефтепродукт, воду и твердые механические примеси. Эта фаза переработки имеет своей целью извлечение из шламов нефтепродуктов с исходными свойствами и их использование по прямому назначению. Существуют два основных способа фазового разделения жидковязких нефтешламов – механический и химический. Для более глубокой очистки нефтепродуктов иногда прибегают к комплексной технологии. Несмотря на большое разнообразие технологических приемов механического разделения фаз обратных эмульсий, широкое практическое их применение экономически необоснованно по следующим соображениям.

Технология разделения фаз жидковязких нефтешламов сложна и экономически не выгодна, поскольку затраты не регенерацию нефтепродуктов несопоставимы с планируемым эффектом использования жидких горючих (бензина, масла и т.д.).

Операции по переработке жидковязких нефтешламов с предварительным механическим разделением фаз целесообразны лишь при высоком содержании в шламах органики.

Химический способ разделения нефтеэмульсий с целью регенерации и повторного использования углеводородных продуктов по их прямому назначению (легкие фракции нефтепродуктов, масла и т.д.) основан на использовании специальных поверхностно-активных веществ (ПАВ), играющих роль деэмульгаторов.

Исходя из физико-механических особенностей коллоидных ПАВ, необходимо проводить целенаправленный выбор деэмульгатора нефтеэмульсий в каждом конкретном случае.

Одним из наиболее распространенных реагентов в практике утилизации нефтешламов служит окись кальция или негашеная известь, действие которой обусловлено ее способностью вступать в экзотермическую реакцию с водой. Во втором варианте утилизации жидко-вязких нефтешламов резервуарного типа они предварительно подвергаются частичному выпариванию на водяной бане.

Таким образом, все рассмотренные способы утилизации нефтешламов, с точки зрения практической технологии требуют специального оборудования, либо больших затрат энергии, либо специальных адсорбентов и коагулянтов, производство которых является сложным и энергоёмким производством.

В работе предлагается эффективный способ утилизации резервуарных нефтешламов, путем получения из них аппретированных наполнителей для композиционных материалов. Для обезвреживания отходов подбирается комплексное технологическое решение, обеспечивающее ресурсооборот: при необходимости осуществляется предварительное разделение отходов на жидкую (нефтепродукты, вода) и твердую фазы с последующим обезвреживанием нефтезагрязненного остатка химическим методом и получением продукта утилизации – наполнителя в строительные материалы. При этом, утилизация нефтешлама и синтез композита, рассматриваются системно, как ***сложная техническая система***, испытывающая на себе комплекс воздействий и имеющая целый ряд управляемых параметров [2, 3]. Такой подход требует учета теории и

практики моделирования композиционных материалов (КМ), методов математического моделирования КМ, математического аппарата моделирования материалов, кинетических закономерностей формирования физико-механических и эксплуатационных свойств композитов [4]. Проведенный анализ теории и практики утилизации нефтешламов позволяет заключить, что математического моделирование является основным методом исследования и синтеза новых технологий обезвреживания отходов и создания экологически чистых композитов с заданными свойствами [2-4].

Для решения задачи создания эффективной технологии утилизации нефтешламов, путем переработки их в компоненты композитов, была использована система компьютерно-имитационного моделирования композитов, включающая в себя методологические принципы моделирования различных структур КМ, методики проведения численного и натурного эксперимента, методы моделирования макроструктуры композита с учётом моделирования микроструктуры, а также алгоритмы и комплексы программ, обеспечивающие получение эффективной технологии синтеза композитов с заданными свойствами и параметрами структуры [3, 4].

Примерная технологическая схема утилизации показана на рисунке 1.

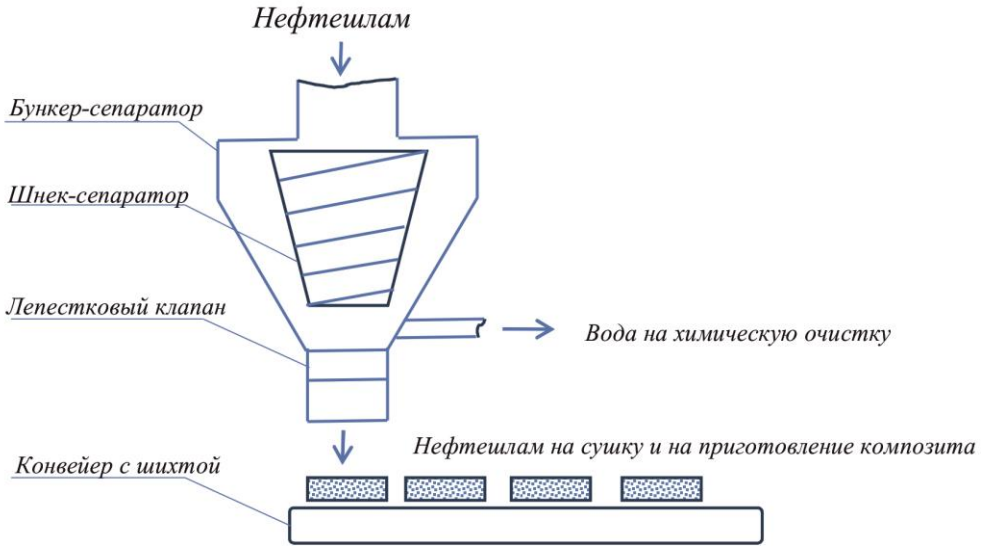


Рисунок 1 – Технологическая схема утилизации нефтешлама

Нефтешлам подается в бункер, где попадает в сепаратор шнекового типа. Вода удаляется для последующей химической очистки любым их известных способов. Обезвоженный нефтешлам через диафрагму-клапан лепесткового типа подается на ленту конвейера. В последующем, он совмещается с вяжущим и формуется в изделие. Регулирование степени обезвоживания позволяет применить практически любое из известных вяжущих: гидравлического твердения, минерально-элементные, полимерные смолы и т.д. [1, 3, 5, 8, 9].

Большинство резервуарных нефтешламов подлежат прямой утилизации в процессах изготовления дорожных и строительных материалов в качестве сырья. Входящие в состав нефтешламов смолы, парафины и другие высокомолекулярные соединения обладают, как известно, поверхностно-активными и вяжущими

свойствами. Именно эту особенность нефтешламов можно эффектно использовать при их утилизации. Обладая высокой адсорбционной способностью, жидковязкие нефтешламы сравнительно легко распределяются по поверхности практически любой дисперсной минеральной фазы. При этом благодаря физико-химическому взаимодействию нефтешлама с минеральной дисперсной средой, происходит хемосорбционное поглощение загрязнителей, в том числе окислов тяжелых металлов, минеральной матрицей и их обезвреживание, что было установлено экспериментами с привлечением методов ядерно-магнитного резонанса и акустической эмиссии [3, 8]. Процессы преобразования таких коллоидно-дисперсных систем в дорожно-строительные или композиционные материалы специального назначения могут регулироваться с помощью специально подобранных реагентов для получения экологически безопасных композиций с нужными технологическими характеристиками.

Проведенный анализ теории и практики утилизации отходов нефтепереработки в России и за рубежом показывает, что нефтесодержащие отходы образуются на всех этапах добычи и переработки нефти, что обусловлено как несовершенством техники и технологии, так и человеческим фактором.

В связи с возрастающими требованиями к охране окружающей природной среды проблема обезвреживания нефтезагрязненных материалов является весьма актуальной и требует как разработки новых, так и совершенствования существующих методов их утилизации. Актуальным также является усовершенствование способа переработки нефтесодержащих отходов в части совместной утилизации различных отходов переработки нефти, снижения класса опасности утилизируемых отходов и получения рекультивационных композиционных материалов с высокими потребительскими свойствами.

Список литературы

1. *Баженов Ю.М., Прошин А.П., Еремкин А.И., Королев Е.В., Бормотов А.Н. Сверхтяжелый бетон для защиты от радиации / Строительные материалы. – 2005. – № 8. – С. 6-9.*
2. *Бормотов А.Н. Математическое моделирование и многокритериальный синтез композиционных материалов специального назначения – дисс. докт. наук / Пенз. гос. техн. унив. – Пенза, 2011.*
3. *Бормотов А.Н. Многокритериальный синтез композита как задача управления / Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16. – № 4. – С. 924-937.*
4. *Бормотов А.Н., Прошин И.А., Васильков А.В. Теоретические основы компьютерного моделирования структурообразования дисперсных систем / Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17. – № 2. – С. 542-551.*
5. *Бормотов А.Н., Прошин И.А., Королев Е.В. Математическое моделирование и многокритериальный синтез композиционных материалов. Монография / "Пензенская гос. технологическая акад.". – Пенза, 2011. Сер. Система открытого образования.*
6. *Владимиров В.С., Корсун Д.С, Карпухин И. А., Мойзис С.Е. Переработка нефтешламов резервуарного типа http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=2882*
7. *Кононенко Е.А. Утилизация промышленных отходов нефтегазовой отрасли и применение обезвреженных отходов в качестве вторичных*

материальных ресурсов. Автореферат дис.канд. техн. наук – Краснодар, 2012. – 24 с.
8. *Макридин Н.И., Максимова И.Н., Овсюкова Ю.В. Долговременная прочность модифицированной структуры цементного камня. / Строительные материалы. Часть 1. – 2010. – № 10. – С. 74-77.*
9. *Максимова Е.В. Метод акустической эмиссии в строительном материаловедении / Строительные материалы. – 2007. – № 3. – С. 100-103.*
10. *Прошин А.П., Данилов А.М., Гарькина И.А., Бормотов А.Н. Принцип Парето в управлении качеством материалов / Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 11. – С.42.*
11. *Филина Н.А. Исследование сорбционных свойств древесных отходов для сбора нефтепродуктов с последующей утилизацией их в виде топливных брикетов. Автореферат дис. канд. техн. наук. – Пенза, 2011. – 23 с.*

УДК 678.5

СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ СЕТЧАТЫХ ПОЛИМЕРОВ

© ***А.В. Косарев,*** *Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*
© ***Е.И Тихомирова,*** *Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*

STRUCTURAL-CHEMICAL APPROACH TO ASSESSING OF ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF CROSS-LINKED POLYMERS

© ***A.V. Kosarev,*** *Yuri Gagarin State Technical University (Saratov, Russia)*
© ***E.I. Tichomirova,*** *Yuri Gagarin State Technical University (Saratov, Russia)*

Сетчатые полимеры являются неплавкими и нерастворимыми материалами, что сильно сокращает возможности их вторичной переработки. Практически единственным возможным способом вторичной переработки таких полимеров является их диспергирование путем механического измельчения. В данной работе получена математическая модель соотношений между параметрами, характеризующими молекулярные свойства сетчатого полимера и его деформационно-экологическим характеристиками. Установлено, что напряжение деформируемой полимерной системы пропорционально числу молекул олигомера в междоузлии и обратно пропорционально величинам расстояния между узлами и максимального прогиба межузлового участка цепи.

Ключевые слова: сетчатые полимеры; конформация; полимерная ячейка; экологичность; максимальный прогиб цепи; энтропия.

The cross-linked polymers are nonfusibled and nonsolubled materials that very shortens the possibilities their second proceeding. Practically single possible way of second proceeding such polymers is their dispersion by the mechanical pounding. In this work it was received the mathematical model of relationship between parameters of molecular structure in the thick-maked polymers and its deformation and ecological properties. It was determinated that the tension of deforming polymer system is in direct proportion to number of olygomer molecules into interstitial sile and in inverse proportion to quantities of the distance between knots and of maximal deflection into interstitialic section of chain.

Key words: cross-linked polymers; conformation; polymer cell; environmental performance, entropy.

E-mail*:* aleteia@inbox.ru

Сетчатые полимеры сегодня находят широкое применение во многих отраслях промышленности: медицине и фармакологии, пищевой и химической

технологии, строительстве, приборо- и автомобилестроении, в легкой промышленности при изготовлении товаров широкого потребления. Между тем, спектр экологических проблем, связанных с производством, переработкой, эксплуатацией и утилизацией данных компонентов достаточно широк. Основные экологические проблемы эксплуатации полимерных объектов сводятся к образованию токсичных компонентов в результате их химической и механической деструкции. Густосшитые полимеры являются неплавкими и нерастворимыми материалами, что сильно сокращает возможности их вторичной переработки.

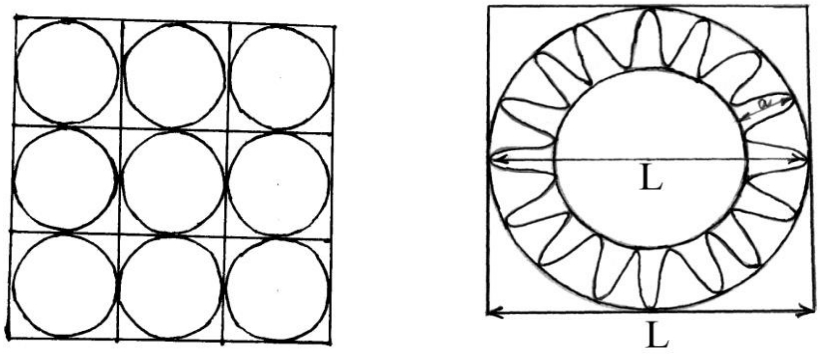
Также влияние оказывают процессы механической деформации структуры полимера в полях напряжений. Также в [1] отмечается, что токсичными свойствами могут обладать не только продукты, мигрирующие из полимера, но и сам полимерный материал, в тех случаях, когда он имеет сообщение с организмом либо с пищевыми продуктами. В таком случае для оценки экологичности полимерных материалов применяются физико-гигиенические методы [1], реализация которых требует знания изменения структуры материала в результате его эксплуатации. Поэтому является актуальной задача оценки влияния структуры густосшитого полимера на его экологические свойства, применяя деформационно-механический подход. следует отметить, что на деформационную активность влияет способ упаковки межузловых полимерных цепей. Степень подвижности межузловых участков цепи влияет на интенсивность миграционных процессов с участием остаточных молекул мономеров и олигомеров, а также на их распределение в объеме полимерного образца. С одной стороны повышение молекулярной массы и энтропии конфигурации межузловых цепей свидетельствуют о невысокой степени трехмерной упорядоченности полимера и формировании эластомерной структуры, а с другой – о повышении содержания остаточного мономера в нем, которое обусловлено понижением его свободной энергии Гиббса по сравнению с таковыми, находящимися в густосшитой структуре полимера. В этом плане информативными являются данные по оценке энтропий структуры и деформации, которые являются мерой упаковки полимерных цепей в ячейке. При этом данные о конфигурации межузловых цепей позволяют проводить оценку диффузионной способности мономерных и олигомерных молекул из полимерного образца. Таким образом, упруго-механические характеристики, такие как напряжение, модуль упругости, работа деформации, а также термодинамические данные об энтропии, задающей статистику конфигурации полимерной системы, несут информацию об экологичности полимера. Также деформационно-механическое моделирование в сочетании с термодинамическим подходом предоставляет информацию о влиянии имеющихся низкомолекулярных и олигомерных примесей в сетчатой структуре полимера на его экологические свойства. Актуальной задачей является определение взаимосвязи вязкостных свойств полимера и концентрации остаточного мономера и олигомеров в нем.

Мерой упруго-деформационных свойств материала, отражающих его экологичность, является усталостная прочность материала, т.е. напряжение, при котором происходит усталостное разрушение полимера после действия определенного числа циклов нагрузки [2]. В зависимости от вида прилагаемой нагрузки различают деформацию изгиба, растяжения, сжатия и др., в каждом из них происходит изменение структуры полимерной системы. Этот показатель, тесно связанный с экологичностью полимера увеличивается с повышением таких факторов молекулярной структуры, как средняя молекулярная масса и плотность полимера [2]. Кроме того, существенным фактором является густота сшивки,

увеличение которой снижает вероятность растрескивания полимера. Кроме того, к факторам структуры, влияющим на экологичность полимерной системы, следует отнести уменьшение числа концов в структуре полимера, так как свободные объемы между концами соседних цепей могут служить местами формирования трещин [3]. Важным эколого-эксплуатационным параметром полимера является разность между энергиями химических связей в цепях полимера и деформации. Чем выше эта разность, тем ниже число актов деструкции полимера в условиях приложенной нагрузки и тем ниже количество продуктов деструкции, попадающих в окружающую среду. Важную роль в экологическом отношении несут дефекты переработки полимера, такие как углубления, надрезы, структура поверхности, нарушение целостности материала, поскольку они концентрируют напряжения и являются вероятными центрами разрушения структуры полимера, что приводит к вышеотмеченным последствиям [2].

Экологические свойства густосшитых полимеров являются, таким образом, функцией параметров синтеза (температуры, давления, наличия катализаторов, инициаторов), параметров переработки (содержания и структуры пластификаторов), а с другой стороны, зависят от факторов внешней среды. К упруго-деформационным и физико-химическим характеристикам, определяющим экологичность полимера, относятся усталостная прочность материала, атмосферное старение, влажность, прочность при разрыве, предела текучести. Они, в свою очередь зависят от молекулярных параметров системы, а именно: молекулярной массы и конфигурации межузловых цепей, плотности, густоты сшивки, количества свободных концов полимерных молекул, адсорбционной способности поверхности материала, а также от параметров структуры мономеров и олигомеров.

Основные проблемы эксплуатации полимерных объектов сводятся к образованию токсичных компонентов в результате их химической и механической деструкции. Настоящая работа посвящена моделированию влияния молекулярной структуры густосшитого полимера на их экологические свойства в результате деформационных процессов. Рассмотрим ячейку густосшитого полимера.



а б

Рисунок 1 – Структура густосшитого полимера. а – полимерная сетка; б - ячейка густосшитого полимера

Объем, занимаемый межузловыми цепями в полимерной ячейке, может быть определен как объем тора (рис. 1а, б):

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi^2 La^2}{4}, \qquad (1)$$

где L – внешний диметр тора; a – ширина полости тора.

Внешний диаметр тора равен межузловому расстоянию, при этом величина *a* определяется так:

$$a = y_{max} sin\varphi, \quad (2)$$

где y_{max} – максимальный прогиб межузловой цепи [3], φ – угол прогиба межузловой цепи.

Подставляя (2) в (1) получаем:

$$V_{ц} = \frac{\pi^2 L}{4} y_{max}^2 sin^2\varphi \quad (3)$$

Объем ячейки $V_{яч}$ определяется следующим образом:

$$V_{яч} = L^3 \quad (4)$$

Вероятность P конформации межузлового участка цепи задается следующим образом:

$$P = \frac{V_{ц}}{V_{яч}} \quad (5)$$

Для системы в недеформированном состоянии получаем:

$$P_0 = \frac{\pi^2}{4L^2} y_{max}^2 sin^2\varphi \quad (6)$$

Дифференцируя соотношение (6) по φ, получаем:

$$dP_0 = \frac{\pi^2 y_{max}^2}{4L^2} sin2\varphi d\varphi \quad (7)$$

Отсюда выражение для плотности вероятности p_0 может быть записано следующим образом:

$$p_0 = \frac{\pi^2 y_{max}^2}{4L^2} sin2\varphi \quad (8)$$

Энтропия недеформированной ячейки в соответствии с классической теорией Больцмана задается так:

$$s_0 = k\ln p_0 = 2k\ln\left(\frac{\pi y_{max}}{2L}\right) + k\ln(sin2\varphi) \quad (9)$$

Пусть деформация ячейки вдоль определенного направления характеризуется кратностью λ увеличения межузлового расстояния. Концентрация n межузловых цепей в ячейке изменяется в результате деформации по соотношению:

$$n = n_0 e^{-\alpha\lambda^2} \quad (10)$$

где n_0 и n(λ) –концентрация межузловых цепей в недеформируемой ячейке и при кратности деформации λ соответственно. Коэффициент α для углеводородной молекулы можно определить так:

$$\alpha = \frac{n_{ol} V_{CH_2}}{V_{ц}}, \quad (11)$$

где n_{ol} – число метиленовых звеньев в углеводородном радикале, $Vсн_2$ – объем метиленового радикала.

Подставляя (3) в (11) получаем:

$$\alpha = \frac{4 n_{ol} V_{CH_2}}{\pi^2 L y_{max}^2 sin^2\varphi} \quad (12)$$

Тогда плотность вероятности p(λ) конформации деформированной полимерной ячейки задается уравнением:

$$p = p_0 e^{-\alpha\lambda^2} \quad (13)$$

Тогда энтропия s(λ) одной полимерной ячейки в деформированном состоянии составит:

$$s(\lambda) = k\ln p(\lambda) \quad (14)$$

Выражение (14) с учетом (13):

$$s(\lambda) = k\ln p_0 - k\alpha\lambda^2 \quad (15)$$

Подставляя (12) в (15), получаем:

$$s(\lambda) = klnp_0 - \frac{4kn_{ol}V_{CH_2}}{\pi^2 Ly_{max}^2 sin^2\varphi}\lambda^2 \quad (16)$$

Тогда выражение для энтропии деформации ячейки имеет вид:

$$\Delta s(\lambda) = \mathrm{s}(\lambda) - \mathrm{s}_0 \quad (17)$$

Подставляя (16) в (17), получаем:

$$\Delta s(\lambda) = -\frac{4kn_{ol}V_{CH_2}}{\pi^2 Ly_{max}^2 sin^2\varphi}\lambda^2 \quad (18)$$

Изменение энтропии ΔS(λ) в образце густосшитого полимера с концентрацией ячеек C (моль/м^3) в результате деформирования, может быть определено так:

$$\Delta S(\lambda) = \mathrm{N_A}\int_0^C \Delta s(\lambda)\mathrm{dC}, \quad (19)$$

где N_A – число Авогадро.

С учетом соотношений (8), (16) и (17) выражение (19) может быть представлено следующим образом:

$$\Delta S(\lambda) = -RC\frac{4kn_{ol}V_{CH_2}}{\pi^2 Ly_{max}^2}\lambda^2 \quad (20)$$

Пренебрегая вкладом изменения внутренней энергии в изохорно-изобарном процессе, работу деформации можно определить так:

$$\Delta A(\lambda) = -T\Delta S(\lambda) \quad (21)$$

Подставляя (20) в (21) получим:

$$\Delta A(\lambda) = CRT\frac{4kn_{ol}V_{CH_2}}{\pi^2 Ly_{max}^2}\lambda^2 \quad (22)$$

Напряжение, как известно является производной работы деформации по λ:

$$\sigma = \frac{d\Delta A(\lambda)}{d\lambda} \quad (23)$$

С учетом (22) величина напряжения σ определяется так:

$$\sigma = CRT\frac{8n_{ol}V_{CH_2}}{\pi^2 Ly_{max}^2}\lambda \quad (24)$$

Таким образом, напряжение деформируемой полимерной системы пропорционально числу n_{ol} повторяющихся метиленовых звеньев в участке межузловой цепи в элементарной ячейке и обратно пропорционально величине межузлового расстояния L и квадрату максимального прогиба межузлового участка цепи. Отсюда видно, что наиболее сильно влияющим фактором среди

рассмотренных является величина прогиба межузловых цепей, то есть их подвижность. Таким образом, модуль упругости $E_{сдв}$ определяется соотношением:

$$E_{сдв} = CRT\frac{8n_{ol}V_{CH_2}}{\pi^2 Ly_{max}^2} \quad (25)$$

Тогда молярная концентрация n_c межузловых цепей определяется так:

$$n_c = \frac{8Cn_{ol}V_{CH_2}}{\pi^2 Ly_{max}^2} \quad (26)$$

Используя экспериментальные значения $\overline{M}_c$ и плотности для густосшитого фенолформальдегидного полимера ($\overline{M}_c$ = 0,4÷0,6 кг/моль и ρ=1200 кг/м3 [3]) и густосшитого полиэпоксида ($\overline{M}_c$ = 0,8÷1,2 кг/моль и ρ=1200 кг/м^3) и на основании соотношения (41) получаем значения модуля упругости при сдвиге G для фенолформальдегидного полимера (0,3÷0,4)·10^8 Па и для полиэпоксида (0,1÷0,2)·10^8 Па. Для рассматриваемых густосшитых неармированных сетчатых полимеров модуль упругости при растяжении составляет 10^7÷10^8 Па. Фенолформальдегидный полимер имеет более высокий модуль упругости в силу повышенной концентрации межузловых цепей по сравнению с полиэпоксидом. Соответственно полиэпоксиды имеют более длинные межузловые цепи (10÷15 нм) по сравнению с фенолформальдегидным полимером (7÷10 нм) [3].

Описание конфигурации образца полимера в предложенной модели базируется на геометрическом формализме, базирующемся на тороидальной модели расположения межузловых участков цепи в полимерной ячейке. Это дало возможность связать деформационные характеристики полимерной системы с ее молекулярными параметрами. Значение модели состоит в том, что она позволяет оценить вероятность конфигурации такого полимолекулярного фрагмента и всего образца полимера, рассчитать энтропию полимерной системы, определить изменение энтропии полимера в результате деформации под действием внешних нагрузок, найти параметры, определяющие упругие свойства полимера: работу деформации, напряжение, модули упругости при сдвиге и при растяжении. На дальнейшем этапе работы мы планируем разработку математической модели на базе предложенного подхода, позволяющей оценить концентрацию олигомеров, переходящих в окружающую среду в результате деформирования полимерной системы.

Полученные результаты актуальны при решении широкого круга задач промышленной экологии, связанных с эксплуатацией, вторичной переработкой полимерных материалов, а также конверсией в окружающей среде.

Список литературы

1. *Виноградова С.В., Васнев В.А. Поликонденсационные процессы и полимеры. – М.: Наука, 2000. – 362 с.*
2. *Калинчев Э.Л., Саковцева М.Б. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий: Справ. изд. – Л.: Химия, 1987. – 416 с.*
3. *Косарев А.В., Студенцов В.Н. Статистическая термодинамика деформации сетчатого полимера // Пластические массы. – 2009, №2. – С.40-42.*

УДК 681.31-181.48

ИНДИКАТОРЫ И КОМПОНЕНТНЫЙ ПОРТРЕТ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА КРАСОК

© ***И.А. Прошин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***Р.Д. Прошина***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***П.В. Сюлин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

INDICATORS AND COMPONENT PORTRAIT IN QUALITY RATING OF PAINTS PRODUCED FROM GALVANIC PRODUCTION WASTES

© ***I.A. Proshin***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***R.D. Proshina***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***P.V. Siulin***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

На основе разработанного комплекса индикаторов и математических моделей проведены исследования качества красок с пигментами наполнителями, получаемыми из шламов гальванических производств.

Ключевые слова: индикатор качества, компонентный портрет, метод, мониторинг, риск, экология, экологическая безопасность, экологическое состояние.

Developed on the basis of a set of indicators and mathematical models conducted research quality inks with pigments fillers derived from electroplating sludge.

Key words: quality indicator, component portrait, method, monitoring, risk, ecology, environmental safety, ecological status.

E-mail: proshin.Ivan@inbox.ru

Разработка и проведение исследований технологических процессов по переработке отходов предприятий и созданию эффективных технологий производства вторичной продукции обуславливает необходимость оценивания, как антропогенного воздействия на окружающую среду самих технологий, так и объектов вторичного производства, а также состояния природно-технических систем (ПТС) и качества выпускаемой с использованием отходов производства продукции.

Основа оценивания ПТС – современные информационные технологии [1 – 3], принципы генерализации [4, 5] и экоинформатики [8, 9], методы и механизмы построения интегрированных комплексов мониторинга ПТС, обработки информации, контроля и управления [10 – 21].

В данной работе исследуются возможности оценивания качества вторичной продукции на основе единой методологии генерализации и разработанного авторами комплекса индикаторов экологического состояния ПТС [1 – 6].

В качестве примера проанализируем возможности использования индикатора качества (ИК) для оценивания степени совершенства краски на основе пигментов наполнителей [22], получаемых из цинк-, железо- и никельсодержащих шламов гальванических производств за счет извлечения из них токсичных соединений тяжелых металлов. Результаты расчётов сведены в таблицу 1. Здесь представлены расчёты ИК при использовании цинк-, никель-,

железосодержащих гальваношламов (ГШ 1 – ГШ 3), которые в таблице обозначены соответственно числами 1 – 3. Расчёты индикаторов состояния проведены с использованием математических моделей, разработанных авторами в работах [1 – 3, 6].

Учитывая, что качество красок согласно ГОСТ 10503–71 (таблица 1) оценивается разнородными показателями, имеющими три различные области значений, с целью обеспечения возможности комплексирования информации для всей ПТС в единое целое предлагается оценивание качества красок проводить на базе единого комплекса математических моделей, обеспечивающего трансформацию исходной информации в единую область значений.

Индикаторы качества (ИК) η_i по отдельным компонентам x_i, в том числе по содержанию летучих веществ, степени перетира, укрывистости, времени высыхания, имеющие ограничения по наибольшему значению показателя $x_i \in [0, c_i]$, вычислены по формуле

$$\eta_i = \frac{c_i - x_i}{c_i} = 1 - \frac{x_i}{c_i} = 1 - \delta_i . \qquad (1)$$

При расчёте ИК по показателю вязкости краски, задаваемому интервальным значением предельно-допустимых значений $x_i \in [a_i, b_i]$, использована математическая модель

$$\eta_i = 1 - \frac{|\delta_i - \delta_{0i}|}{2\delta_{0i}(1 - \delta_{0i})} . \qquad (2)$$

Относительная переменная δ_i в (2) характеризует отклонение текущего значения показателя x_i от предельных минимально a_i и максимально b_i допустимых значений

$$\delta_i = \frac{x_i - a_i}{b_i - a_i} .$$

Составляющая δ_{0i} задаёт в относительном виде предпочтительное значение показателя x_{0i}

$$\delta_{0i} = \frac{x_{0i} - a_i}{b_i - a_i} .$$

При $x_{0i} = \frac{b_i - a_i}{2}$ относительная составляющая предпочтительного значения $\delta_{0i} = \frac{1}{2}$, а модель (2) принимает вид

$$\eta_i = 1 - |2\delta_i - 1| .$$

Индикаторы качества для показателей содержания нелетучих веществ и твёрдости, задаваемых предельно-допустимыми значениями $x_{\text{п.д.}}$, ограничивающими их наименьшие значения $x_i \geq x_{\text{п.д.}}$, $x_i \in [c_i, d_i]$,

вычислялись с учётом предпочтительного значения показателя d_i на основе математической модели

$$\eta_i = \frac{\left(x_i - 2c_i + d_i\right) - \left|x_i - d_i\right|}{2\left(d_i - c_i\right)}. \qquad (3)$$

В относительном виде (3) принимает следующую форму

$$\eta_i = \frac{\left(\delta_i - 2 + \delta_{0i}\right) - \left|\delta_i - \delta_{0i}\right|}{2\left(\delta_{0i} - 1\right)}. \qquad (4)$$

При $d_i = 2c_i$ модель (3) приводится к виду

$$\eta_i = \frac{x_i - \left|x_i - 2c_i\right|}{2c_i},$$

а модель (4) с учётом того, что $\delta_{0i} = d_i / c_i = 2$ приобретает форму

$$\eta_i = \frac{\delta_i - \left|\delta_i - 2\right|}{2}.$$

Таблица 1 – Расчёт индикаторов качества красок на основе пигментов наполнителей

№	Характеристики	Значение параметра		ГОСТ 10503–71	$\delta_i = \frac{x_i}{c_i}$	ИК η_i
1	Содержание летучих веществ (%)	1 2 3	4,9 11,4 2,2	≤ 20	0,245 0,57 0,11	0,755 0,43 0,89
2	Содержание нелетучих веществ (%)	1 2 3	95,1 88,6 97,8	≥ 60	1,585 1,477 1,63	0,585 0,477 0,63
3	Вязкость, с	1 2 3	61,3 69,6 60,7	[65, 140]		–0,0987 0,123 –0,115
4	Степень перетира, мкм	1 2 3	32 38 28	≤ 70	0,457 0,543 0,4	0,543 0,457 0,6
5	Укрывистость г/м^2	1 2 3	59,3 109,7 85,2	≤ 170	0,349 0,645 0,501	0,651 0,355 0,499
6	Время высыхания, час	1 2 3	22,8 23,3 21,6	24,0	0,95 0,971 0,9	0,05 0,029 0,1
7	Твёрдость	1 2 3	0,063 0,074 0,082	$\ge 0,05$	1,26 1,48 1,64	0,26 0,48 0,64

По результатам расчётов на основе разработанных методов [1 – 3, 6] построены компонентные портреты качества. Сравнительный анализ компонентных портретов качества красок на основе пигментов наполнителей ZnO (1), Fe_2O_3 (2) показывает, что индекс качества краски с первым наполнителем ZnO (ИК=0,492) выше, чем индекс качества (ИК=0,377) краски на основе пигмента наполнителя Fe_2O_3 (2) (рис. 1).

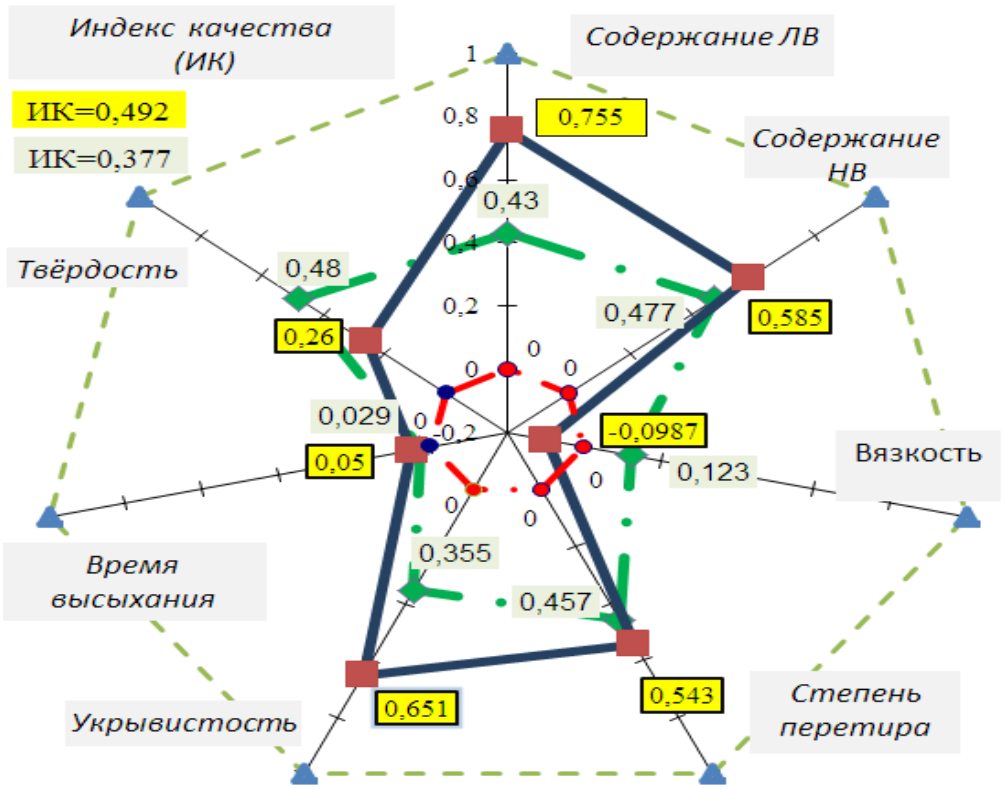


Рисунок 1 – Компонентный портрет качества краски

Это определяется большими значениями индикаторов качества для краски с первым наполнителем по содержанию летучих и нелетучих веществ, степени перетира, укрывитости, времени высыхания. Вместе с тем, по вязкости индикатор качества этой системы отрицателен, что свидетельствует о несоответствии первой краски по этому параметру ГОСТ. Вторая краска на основе пигмента наполнителя Fe_2O_3 по вязкости и твёрдости превосходит краску на основе пигмента наполнителя ZnO, поскольку имеет более высокие значения индикаторов качества по этим компонентам. Причём по всем компонентам индикаторы качества второго объекта (Fe_2O_3) положительны, что свидетельствует о соответствии данной краски по всем параметрам требованиям ГОСТ.

Сравнительный анализ компонентных портретов качества красок на основе пигментов наполнителей ZnO (1), Fe_2O_3 (3) (рис. 2) показывает, что индекс качества краски с третьим наполнителем Fe_2O_3 (ИК=0,561) выше, чем индекс качества (ИК=0,492) краски на основе пигмента наполнителя ZnO.

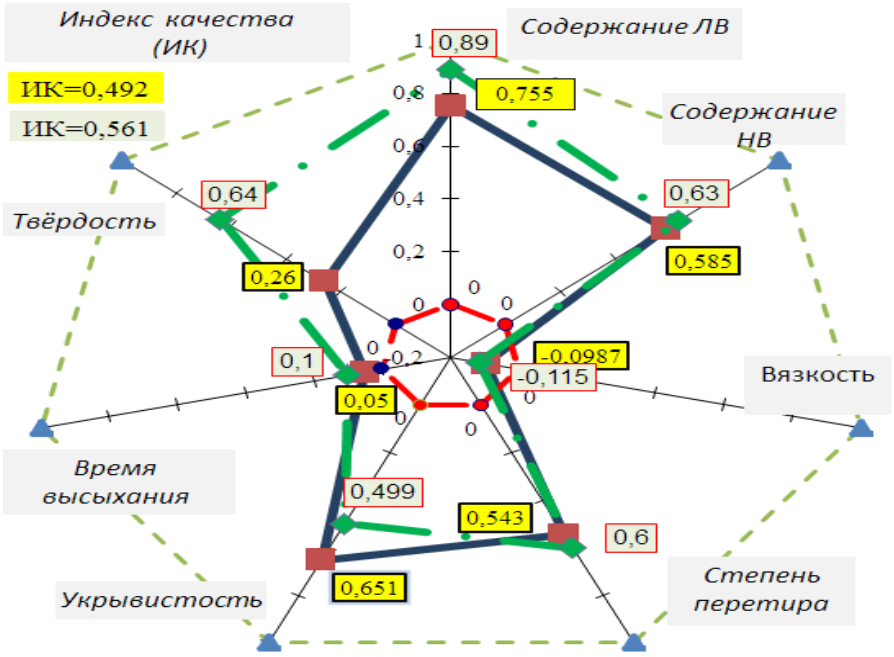


Рисунок 2 – Компонентный портрет качества красок на основе пигментов наполнителей: 1) ZnO, 2) Fe2O3

Это определяется большими значениями индикаторов качества для краски с третьим наполнителем по содержанию летучих и нелетучих веществ, степени перетира, времени высыхания, твёрдости. Вместе с тем, по вязкости индикатор качества этой системы отрицателен и больше по абсолютной величине, чем для первой краски, что свидетельствует о большем несоответствии качества третьей краски относительно первой краски по этому параметру ГОСТ.

Однако по укрывитости первая система имеет более высокое значение индикатора качества (0,651 против 0,499). По всем параметрам кроме вязкости индикаторы качества обоих красок положительны, что свидетельствует о соответствии этих красок по всем кроме вязкости параметрам требованиям ГОСТ.

Таким образом, проведенные исследования показывают эффективность применения разработанных методик при мониторинге не только окружающей среды, но и широкие возможности их использования в оценке качества выпускаемой продукции, получаемой в результате переработки отходов производства.

Список литературы

1. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Оценка экологической безопасности многокомпонентных систем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 144 – 156.*
2. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Оценка качества сточных вод в пространстве вектора экологической безопасности // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 183 – 190.*
3. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Компонентный портрет экологической безопасности // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 6. – С. 151–154.*
4. *Прошин И.А., Прошин Д.И.,Сюлин П.В. Принципы генерализации в*

формировании системы информационных индикаторов экодинамики // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 215 – 219.

5. *Прошин И.А., Прошин Д.И.,Сюлин П.В. Принципы генерализации в системном экологическом мониторинге // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 225 – 232.*
6. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Система информационных индикаторов в оценке экологического состояния атмосферы // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 242 – 253.*
7. *Яйли Е.А. Научно-методические и прикладные аспекты оценки и управления урбанизированными территориями на основе инструмента риска и новых показателей качества окружающей среды. – СПб.: РГГМУ, 2006. – 444 с.*
8. *Чернавский Д.С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации / Изд.4/ Синергетика: от прошлого к будущему. №13 / Предисл. и послесл. Г.Г. Малинецкого. – М.: URSS, 2013. – 304 с.*
9. *Крапивин В. Ф., Кондратьев К. Я. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика. – С.-Петербург: СПб НЦ, 2002. – 724 с.*
10. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Методика научных исследований экосистем // Экологические системы и приборы. – 2013. – № 12. – С. 26–32.*
11. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Концепция построения интегрированных комплексов сетевых автоматизированных лабораторий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – №5(2). – С. 527–530.*
12. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Программная платформа для построения интегрированного комплекса сетевых автоматизированных лабораторий (ИКСАЛ) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009 .– Т.11. – № 5-2. – С. 531-536.*
13. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Интегрированный электромеханический комплекс // В мире научных открытий. – 2010.– № 4-8. – С. 27–30.*
14. *Прошин, Д.И. Подготовка высококвалифицированных кадров для предприятий машиностроения по вектору знаний (статья) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. № 1 – 3. – С. 727 – 731.*
15. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д., Сюлин П.В. Управление образовательным процессом подготовки кадров для машиностроения по вектору знаний (статья) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. № 1(2). – С. 705 – 708.*
16. *Прошин И.А., Сюлин П.В., Таранцев К.В. Системная организация научных исследований экосистем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 02(06). – С. 166– 170.*
17. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Структурно-параметрический синтез математических моделей объектов исследования по экспериментальным данным // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: "Морская техника и технология". – 2009. – №1. – С. 110–115.*
18. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Построение математических моделей в задачах обработки экспериментально-статистической информации / Известия Самарского научного центра РАН. Авиационно-космическое машиностроение. – Самара: Самарский научный центр РАН,*

2012. Т.14 –№1(2) – С. 425–428.
19. *Прошин И.А., Прошина Р.Д., Сюлин П.В. Методика структурно-параметрического синтеза математических моделей экосистем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 47 – 57.*
20. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Автоматизированная обработка информации в системах управления технологическими процессами. (монография). – Пенза: ПГТА, 2012. – 380 с.*
21. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Математические и компьютерные методы в медицине, биологии и экологии / В.И. Левин, С.О. Абдулаев, Э.А. Алиев, В.А. Гаджиагаев, О.В. Головинская, А.В. Крошилин, С.В. Крошилина, А.В. Леонов, Д.А. Магомедов, С.В. Попов, И.А. Прошин, А.Н. Пылькин, П.В. Сюлин, Б.В. Тишлин. – Пенза – Москва: Приволжский Дом знаний, 2012. – С. 66–93.*
22. *Лазарева Е.Н., Ольшанская Л.Н., Егоров В.В., Стриженко А.С. Применение гальваношламов при изготовлении красок / Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного ун-та: сб. научных трудов.– Харьков: ХНАДУ, 2011.– Вып. 52.–С. 83 – 87.*

УДК 628.356.3

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ АЭРАЦИИ

© ***С.Ю.Андреев,*** *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*
© ***Б.М.Гришин,*** *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*
© ***М.В. Бикунова,*** *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*
© ***М.А. Марынова,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.А.Петрунин,*** *Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*

BIOLOGICAL PURIFICATION OF HOUSEHOLD SEWAGE WITH USE OF THE COMBINED SYSTEM OF PNEUMATIC AERATION

© ***S.Yu. Andreev,*** *Penza State University of Architecture and Construction (Penza, Russia)*
© ***B.M. Grishin,*** *Penza State University of Architecture and Construction (Penza, Russia)*
© ***M.V. Bikunova,*** *Penza State University of Architecture and Construction (Penza, Russia)*
© ***M.A. Marynova,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***A.A. Petrunin,*** *Penza State University of Architecture and Construction (Penza, Russia)*

Приведены результаты промышленного внедрения новой технологии перемешивания аэрационного объема аэротенка с использованием вихревого эрлифтного устройства. Показано, что предложенная технология позволяет существенно повысить эффективность работы пневматической системы аэрации.

Ключевые слова: биологическая очистка, аэрационная система, вихревые эрлифтные устройства, активный ил.

Results of production introduction of new technology with use of the vortex air-lift device for aeration volume hashing in aerotank are given. It is shown that the offered technology allows to increase overall performance of aeration pneumatic system significantly.

Key words: biological purification, aeration system, vortex air-lift device, activated sludge.

Одной из причин загрязнения водных бассейнов является попадание в них неочищенных бытовых сточных вод. Исправить существующую ситуацию возможно при условии разработки и практического внедрения экономичных и эффективных методов очистки сточных вод, позволяющих производить их сброс в водоемы при полном соответствии требованиям действующих санитарных норм. Важное место среди них занимают биологические методы очистки сточных вод, основой которых является использование способности микроорганизмов утилизировать в качестве питательных веществ, присутствующие в стоках органические соединения, находящиеся в форме истинных растворов и мелкодисперсных частиц.

Наиболее широкое распространение получил метод аэробной очистки сточных вод в аэротенках.

Практика эксплуатации современных сооружений аэробной биологической очистки сточных вод показывает, что себестоимость процесса очистки на 60-80 % зависит от эффективности применяемой системы аэрации, являющейся наиболее энергоемким элементом очистных сооружений. В связи с этим оптимизация работы аэрационных систем является весьма актуальной задачей.

Наибольшее распространение в технологии биологической очистки сточных вод в аэротенках получили пневматические системы аэрации. Сущность процесса пневматической аэрации состоит в том, что сжатый воздух от воздухонагнетательных устройств (высоконапорных вентиляторов, воздуходувок, компрессоров) подается по системе трубопроводов в аэрационный объем аэротенка и распределяется там при помощи диспергирующих устройств в виде отдельных пузырьков.

Высокая эффективность пневматических систем аэрации объясняется протеканием, по крайней мере, четырех процессов:

1. Специфическим механическим перемешиванием воды всплывающими пузырьками.

2. Образованием границы раздела фаз (газ-жидкость), обладающей избыточной поверхностной энергией.

3. Десорбцией (отдувкой) из воды избыточных количеств углекислоты и других летучих соединений.

4. Насыщением воды кислородом воздуха, приводящем к повышению уровня Eh и снижению электрокинетического потенциала содержащихся в воде примесей.

Авторами была разработана конструкция вихревого эрлифтного устройства (ВЭУ), которое предлагается использовать в качестве дополнительного устройства для улучшения работы штатной мелкопузырчатой системой аэрации [1, 4]. Схема и общий вид (ВЭУ) представлены на рисунке 1.

а) б)

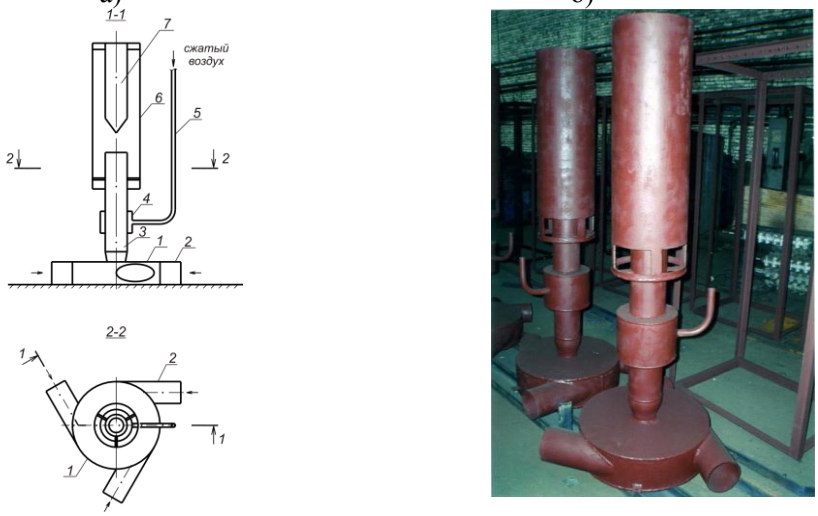


Рисунок 1 – Схема (а) и общий вид (б) вихревого эрлифтного устройства (ВЭУ)
1- камера входа; 2-входной патрубок; 3- ствол устройства; 4- камера смешения; 5- воздушный патрубок; 6 – вихревая камера

ВЭУ устанавливается по центру аэротенка в затопленном состоянии и за счёт поступления иловой смеси по тангенциально присоединенным к камере 1 патрубкам входа 2 создает в своем стволе 3 и вихревой камере 6 закрученный восходящий поток иловоздушной смеси.

Мелкодисперсные пневматические аэраторы (штатная система аэрации) устанавливаются вдоль бортов аэротенка. Над штатной системой аэрации за счет работы ВЭУ создается закрученный нисходящий поток иловой смеси, в результате чего реализуется принцип противоточной аэрации, который позволяет увеличить продолжительность контакта жидкости с воздухом благодаря снижению скорости подъема воздушных пузырьков, способствует более эффективному обновлению диффузионной поверхности границы раздела фаз газ-жидкость [2].

В стволе ВЭУ процесс массопередачи кислорода в жидкость также интенсифицируется за счет высокой турбулизации восходящего потока иловой смеси с воздухом, создаваемой радиальной составляющей вектора скорости.

Использование ВЭУ позволяет также организовать более выгодный гидравлический режим в аэротенке без изменения его конструкции – режим ячеистого аэротенка.

В зоне действия каждого ВЭУ с шагом, равным ширине аэротенка создаётся гидравлическая ячейка, в которой внешний нисходящий закрученный поток иловой смеси реализует режим аэротенка-смесителя. Между собой отдельные ячейки соединяются по принципу аэротенка-вытеснителя, следовательно, создается гидравлический режим ячеистого аэротенка, позволяющий более плавно распределить нагрузку на активный ил по длине сооружения.

Таким образом, дополнительное оснащение коридорных аэротенков-вытеснителей вихревыми эрлифтными перемешивающими устройствами позволяет существенно повысить массообменные характеристики системы аэрации и оптимизировать гидравлический режим аэротенка без изменения его конструкции.

Рассмотрим вопрос о влиянии повышенных концентраций кислорода в аэротенке на плотность хлопка ила.

О существенном снижении илового индекса при использовании в системах аэрации технического кислорода свидетельствует многочисленный опыт эксплуатации окситенков. Улучшение седиментационных характеристик активного ила позволяет поддерживать концентрацию ила в аэрационном бассейне окситенков на уровне 6-9 г/л, в то время как в аэротенках она не превышает 2-4 г/л [3].

Стадией, лимитирующей скорость переноса кислорода для биологических систем с хлопками активного ила является этап, предусматривающий процессы массопередачи кислорода внутри хлопка активного ила.

В первом приближении можно принять концентрацию кислорода на поверхности хлопка активного ила равной средней концентрации в объеме аэрационного бассейна.

Тогда процесс передачи кислорода и поверхности хлопка активного ила к бактериальной клетке будет описываться уравнением:

$$\frac{dm}{dt} = K_L A(C - C_k) = \sqrt{D_T S} \cdot A(C - C_k)\text{, кг/с,} \qquad (1)$$

где С, $C_к$ – концентрация кислорода в иловой смеси и на поверхности мембраны у бактериальной клетки, кг/м^3;

K_L – коэффициент массопередачи жидкой плёнки, м/с,

А – площадь межфазового контакта, м^2,

D_T – коэффициент турбулентной диффузии, м^2/с;

S – фактор обновления границы раздела фаз, с$^{-1}$.

Необходимую скорость массопередачи можно выразить через удельную нагрузку по органическим загрязнениям ($БПК_{полн}$) на 1 кг вещества активного ила q_y, кг/кг·с, и энергетический коэффициент $K_э$, выражающий удельный расход кислорода на биохимическое окисление органических веществ, кг/кг.

$$\frac{dm}{dt} = q_y m_и K_э\text{, кг/с,} \qquad (2)$$

где $m_и$ – масса активного ила в аэрационном бассейне, кг.

Для критического случая, когда концентрация кислорода у бактериальной клетки станет равной нулю, $C_к$=0, можно записать

$$K_L AC = q_y m_è K_ý. \qquad (3)$$

Согласно методу Колмогорова для турбулентных пульсаций, имеющих масштаб λ, м, и величину удельной диссипации энергии $\varepsilon_т$, м^2/с^3, величина коэффициента турбулентной диффузии определяется по формуле [5]:

$$D_{ÒÄ} = \varepsilon_Ò^{1/3} \cdot \lambda^{4/3}\text{,м}^2\text{/с.} \qquad (4)$$

Наиболее интенсивно процесс массопередачи будет происходить под действием нулевых турбулентных пульсаций, обладающих наибольшей энергией и имеющих минимальный масштаб λ_0:

$$\lambda_0 = \sqrt[4]{\frac{\nu_к^3}{\varepsilon_T}}\text{,}$$

где $\nu_к$ – коэффициент кинематической вязкости межклонового вещества хлопка ила, м^2/с.

Тогда

$$D_{ID} = \varepsilon_T^{1/3}\left(\frac{\nu_к^{3/4}}{\varepsilon_T^{1/4}}\right)^{4/3} = \varepsilon_T^{1/3}\cdot\frac{\nu_к}{\varepsilon_T^{1/3}} = \nu_к \text{, м}^2/\text{с}. \quad (5)$$

Из (1), (3) и (5) имеем

$$\sqrt{\nu_{\hat{e}}S}AC = q_y m_{\grave{e}}\hat{E}_{\acute{y}}, \sqrt{\nu_{\hat{e}}} = \frac{q_y m_{\grave{e}}\hat{E}_{\acute{y}}}{AC\sqrt{S}}. \quad (6)$$

Поскольку $\nu_{\hat{E}} = \frac{\mu_{\hat{e}}}{\rho_{\hat{e}}}$,

где $\mu_к$ – динамический коэффициент вязкости межклонового вещества хлопка ила, Па·с; $\rho_к$ – плотность межклонового вещества хлопка ила, кг/м^3.

$$\sqrt{\frac{\mu_к}{\rho_к}} = \frac{q_y m_u K_э}{AC\sqrt{S}}, \text{ откуда } \rho_к = \left(\frac{AC\sqrt{S\mu_к}}{q_y m_u K_э}\right)^2. \quad (7)$$

С учетом того, что отношение площади контакта фаз A, м^2, к массе активного ила $m_и$, кг, является удельной площадью контакта фаз $F_m = \frac{A}{m_{\grave{e}}}$, м^2/кг, имеем

$$\rho_к = \left(\frac{F_m C\sqrt{S\mu_к}}{q_y K_э}\right)^2, \text{ кг/м}^3. \quad (8)$$

Анализ формулы (8) показывает, что увеличении t концентрации кислорода C в иловой смеси при неизменных значениях параметров $q_у$, $K_э$, F_m, S, $\mu_к$ должно сопровождаться увеличением плотности хлопка активного ила, и, соответственно, снижением величины илового индекса.

Таким образом, можно рассматривать насыщение иловой смеси кислородом с одновременным ее перемешиванием в ВЭУ не только как прием, интенсифицирующий процессы биохимического окисления, но и как способ, позволяющий улучшить седиментационные свойства иловой смеси.

Производственное внедрение технологии перемешивания аэрационного объема аэротенков вихревыми эрлифтными устройствами (ВЭУ) проводилось на канализационных очистных сооружениях (КОС) г. Кузнецк-12 Пензенской области производительностью 2800 м^3/сут. Сточные воды, поступающие на КОС г. Кузнецка-12 имели следующие характеристики: взвешенные вещества 117-140 мг/л, $БПК_{полн}$ 180-210 мг/л, ХПК 220-250 мг/л, NH_4^+ 0,14-0,18 мг/л, PO_4^{3-} 6,2-7,0 мг/л.

Биологическая очистка сточных вод на канализационных очистных сооружениях г. Кузнецк-12 осуществлялась в аэротенках-вытеснителях, построенных в соответствии с ТП 902-03-15. В двух секциях аэротенков было установлено четыре ВЭУ с расстоянием между ними в каждой секции 6 м.

Общий вид секции аэротенка в процессе работы ВЭУ представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Общий вид секции аэротенка в процессе работы ВЭУ

Основной расход сжатого воздуха (90 %) от общего расхода подавался на штатную систему тонкого диспергирования воздуха. Подача 10 % от общего расхода сжатого воздуха на ВЭУ позволила организовать интенсивное перемешивание аэрационного объема, организовать режим работы по типу ячеистого аэротенка, повысить эффективность работы пневматической системы аэрации и снизить удельный расход воздуха, поступающего в аэротенк, с 9,9 до 7,0 $м^3/м^3$. Эффективность системы аэрации после проведенной реконструкции увеличилась с 1,9 до 2,7 кг/(кВт·ч), иловый индекс снизился со 170 до 115 $см^3/г$.

Сравнительные данные по концентрации загрязнений в очищенных сточных водах полученные до и после реконструкции аэротенков на КОС г. Кузнецк-12 Пензенской области, представлены на диаграмме (рис. 3).

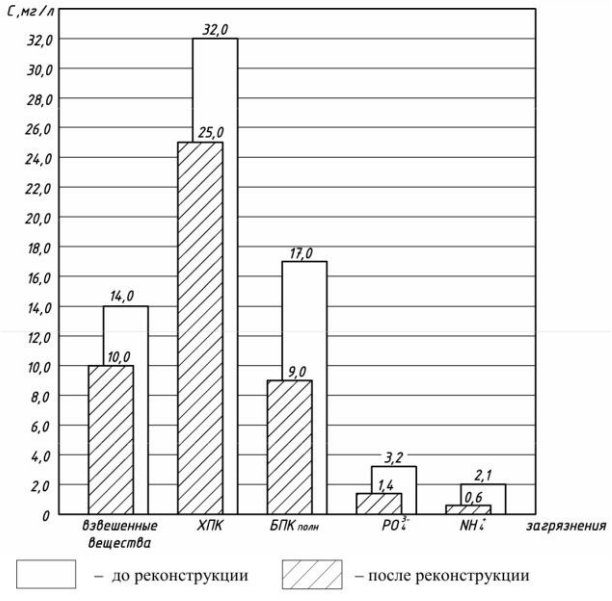


Рисунок 3 – Диаграмма концентраций загрязнений очищенных сточных вод КОС г. Кузнецка-12 до и после реконструкции аэротенков

Производственные испытания показали, что использование вихревых эрлифтных устройств (ВЭУ) в типовом аэротенке позволяет более эффективно

перемешивать иловую смесь с воздухом и организовать его работу в режиме ячеистого аэротенка с противотоком нисходящего закрученного потока иловой смеси и всплывающих пузырьков воздуха из штатной системы аэрации.

Внедрение предложенной технологии позволило повысить эффективность пневматической системы аэрации в 1,4 раза, улучшить седиментационные свойства активного ила, существенно повысить эффективность биологической очистки сточных вод по взвешенным веществам, $БПК_{полн}$, ХПК, аммонийному азоту и фосфатам.

Список литературы

1. *Андреев, С.Ю. Теоретические основы процессов генерации динамических двухфазовых систем вода- воздух и их использование в технологиях очистки воды [Текст] / С.Ю. Андреев.- Пенза: ПГУАС , 2005.*
2. *Брагинский, Л. Н. Моделирование аэрационных сооружений очистки сточных вод [Текст]/ Л.Н. Брагинский, М. А. Евилевич. – Л.: Химия, 1980.*
3. *Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод [Текст]/ Ю.В. Воронов С.В. Яковлев. – М.: Изд-во АСВ, 2006.*
4. *Гришин, Б.М. Высокоэффективные конструкции аэраторов пневматического типа для биологической очистки сточных вод [Текст] / Б.М. Гришин, С.Ю. Андреев, М.В. Бикунова, Е.А. Титов, В.В. Голубев. – Пенза, ПГУАС, 2009.*
5. *Кутателадзе, С.Е. Гидродинамика газожидкостных систем [Текст]/ С.Е. Кутателадзе, М.А. Стырикович. – М.: Энергия, 1976.*

УДК 504.054 +579

АНАЛИЗ СРЕДНЕ-ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО СТОКА ПРОИЗВОДСТВА ЦЕФАЛОТИНА НАТРИЕВОЙ СОЛИ

© ***О.В. Фирсова****, Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

© ***К.Р. Таранцева****, Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

ANALYSIS OF MEDIUM-PROPORTIONAL COMPOSITION OF WASTEWATER IN PRODUCTION OF CEPHALOTHIN SODIUM SALT

© O***.V. Firsova****, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***K.R. Tarantseva****, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена анализу средне-пропорционального стока производства цефалотина натриевой соли. Показано, что сточные воды данного производства обладают токсическим действием по отношению к тест-культуре. Подтверждена перспективность использования методов биотестирования для интегральной оценки токсичности сточных вод производства β-лактамных антибиотиков

Ключевые слова: анализ, средне-пропорциональный сток, цефалотина натриевая соль, биотестирование.

This article analyzes the medium-proportional composition of wastewater in production of cephalothin sodium salt. It was shown that the production of wastewater have a toxic effect with respect to the test culture. Confirmed by the prospects of using bioassay methods for the integrated assessment of the toxicity of wastewater production of β-lactam antibiotics

Key words: analysis, mid-proportional flow, cephalothin sodium salt, biological testing.
E-mail: krtar@bk.ru, firsona_nv@mail.ru

В [1,2] было показано, что сточные воды производства цефалоспориновых антибиотиков имеют ряд особенностей связанных с их сложным комплексным составом. При этом существующая оценка степени загрязненности сточных вод по санитарно-химическим показателям не позволяет оценить токсикологические характеристики.

В данной работе для исследования токсичности сточных вод производства β-лактамного антибиотика цефалотина натриевой соли в эксперимент были взяты автоклавированные средне-пропорциональные стоки с производства цинковой соли цефалоспорина С, 7-АЦК и цефалотина, без разбавления и с разбавлением до безопасной кратности, а также соотношении 1:300 (из расчета соотношения количества образующихся сточных вод производства цефалотина натриевой соли в общем количестве общезаводского стока). Контролем служила природная вода с той же микробной нагрузкой.

В качестве тест-объекта использовалась культура Enterococcus fecalis. Критерием степени токсичности сточных вод производства цефалоспориновых антибиотиков, служила кривая выживаемости тест-культуры в среде исследуемого промышленного стока под влиянием комплекса химических компонентов сточных вод.

Анализ экспериментальных данных, полученных при микробиологических исследованиях, позволил выявить ингибирующее действие средне-пропорционального стока производства цинковой соли цефалоспорина С и цефалотина на выживаемость бактерий. Эти данные были получены при суточным наблюдении (рис. 1-3).

Установлено, что неразбавленный средне-пропорциональный сток с производства цинковой соли цефалоспорина С обладает выраженным токсическим эффектом, выражающимся в бактерицидном эффекте стока по отношению к микроорганизму (рис. 1).

При разведении данного промстока сточными водами предприятия в соотношении 1:300 токсичность снижается (рис.1 - II). Однако, вследствие действия средне-пропорционального стока производства цинковой соли цефалоспорина С наблюдается задержка роста тест-микроба в 1 lg уже в первые сутки наблюдения. В последующий период наблюдения характер кривой развития Enterococcus fecalis в исследуемой смеси не менялся, однако, фазы развития наступали быстрее, а концентрация микроорганизмов в пробе снижалась. В данном случае проявляется суммарный токсический эффект смеси общего стока предприятия и средне-пропорционального стока производства цефалоспорина С.

При разведении средне-пропорционального стока производства цефалоспорина С условно-чистыми сточными водами до безопасного уровня токсичность резко снижается и кривая развития микроорганизмов приближается к норме (рис.1-IV).

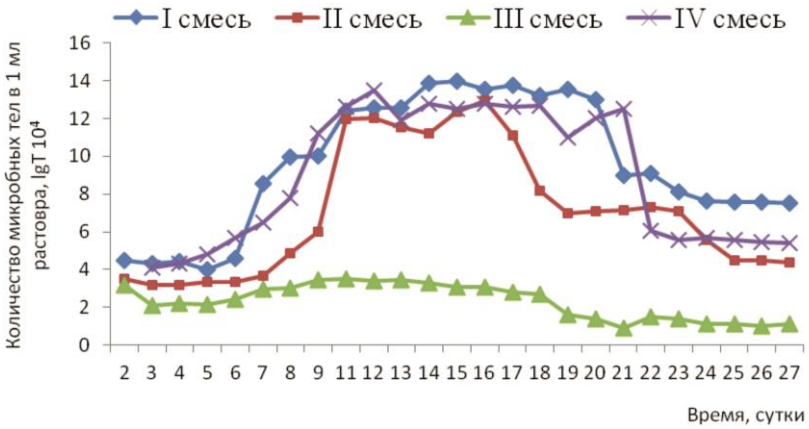


Рисунок 1 – Влияние средне пропорционального стока производства цинковой соли цефалоспорина С на Enterococcus fecalis (I смесь – контроль: автоклавированная природная вода + 40000 микробных тел/мл; II смесь – автоклавированный СПС производства цинковой соли цефалоспорина С в разведении его автоклавированным стоком ОАО «Биосинтез» (1:300) + 40000 микробных тел/мл; III смесь – неразбавленный автоклавированный СПС производства цинковой соли цефалоспорина С + 40000 микробных тел/мл; IV смесь – автоклавированный СПС производства цинковой соли цефалоспорина С разбавленный условно-чистными стоками (1:100) + 40000 микробных тел/мл.)

Проведенное исследование токсичности средне-пропорционального стока производства 7 – АЦК без разбавления и в разбавлении 1:300 показало, что характер кривой выживаемости тест-микроба практически не отличается от контроля. Наблюдались незначительные отклонения во времени наступления и завершения фаз развития тест-микроба в исследуемых смесях по сравнению с контролем (рис. 2). Это свидетельствует о том, что данный сток можно сливать на биологическую очистку без разбавления.

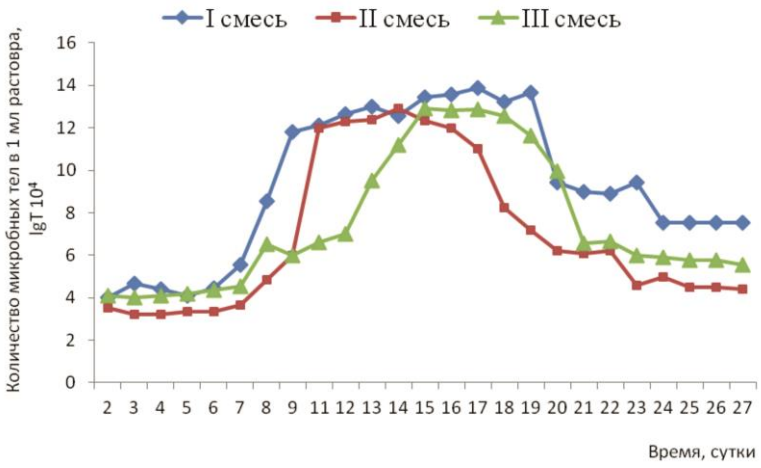


Рисунок 2 – Влияние средне пропорционального стока производства 7-АЦК на Enterococcus fecalis (I смесь – контроль: автоклавированная природная вода + 40000 микробных тел/мл; II смесь - автоклавированный СПС производства 7-АЦК в разведении его автоклавированным стоком ОАО «Биосинтез» (1:300) + 40000 микробных тел/мл; III смесь - неразбавленный автоклавированный СПС производства 7-АЦК + 40000 микробных тел/мл.)

Средне-пропорциональный сток с производства получения цефалотина натриевой соли обладает выраженным токсическим эффектом, выражающимся в задержке роста тест-микроба уже в первые сутки наблюдения. Тест-культура проходит все фазы развития, однако по сравнению с контролем концентрация микроорганизмов составляет более 10 lg (рис.3). При разведении данного промстока сточными водами предприятия в соотношении 1:50 токсичность снижается. Однако наблюдается задержка роста тест-микроба в 1,5 lg уже в первые сутки наблюдения и сохраняется до конца эксперимента. При этом характер кривой развития Enterococcus fecalis в исследуемой смеси соответствовал кривой развития микроорганизма в контроле.

Экспериментально установлено, что безопасный уровень разбавления данного стока составляет 1:50. Это подтверждено графической кривой развития тест-микроба: токсичность резко снижается и кривая развития микроорганизмов приближается к норме (рис.3-IV).

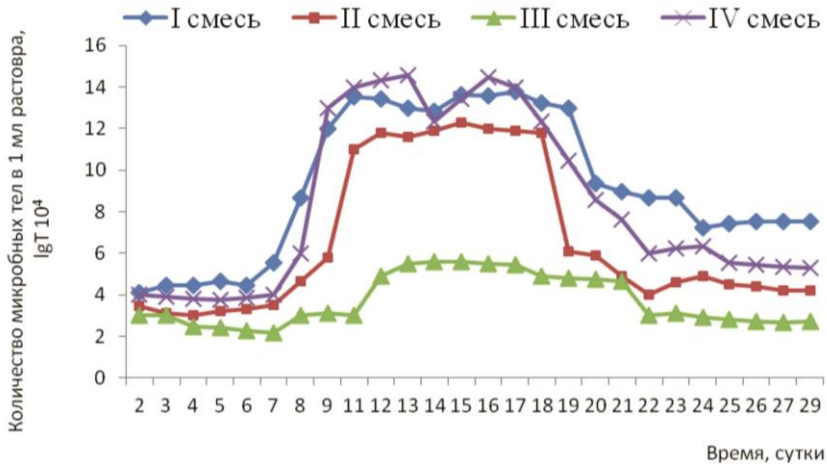


Рисунок 3 – Влияние средне пропорционального стока технологического процесса получения цефалотина натриевой соли на Enterococcus fecalis (I смесь – контроль: автоклавированная природная вода + 40000 микробных тел/мл; II смесь - автоклавированный СПС производства цефалотина натриевой соли в разведении его автоклавированным стоком ОАО «Биосинтез» (1:300) + 40000 микробных тел/мл; III смесь - неразбавленный автоклавированный СПС цефалотина натриевой соли + 40000 микробных тел/мл.; IV смесь - автоклавированный СПС производства цефалотина натриевой соли в разведении условно чистными стоками (1:50) + 40000 микробных тел/мл.)

Таким образом, сток с производства получения цефалотина натриевой соли обладает выраженной токсичностью. При условии его разбавления условно-чистыми стоками можно рекомендовать для локальной очистки метод биологического окисления.

В результате проведенных исследований по оценке токсичности сточных вод производства β-лактамного антибиотика цефалотина натриевой соли, включающим производства цефалоспорина С, 7-АЦК, и цефалексина натриевой соли, имеющих сложный химический состав методом биотестирования было установлено:

- сточные воды производства данного β-лактамного антибиотика обладают токсическим действием по отношению к Enterococcus fecalis;

- влияния сточных вод производства антибиотиков на микроорганизмы показало, что угнетение и гибель тест-объекта идет через фазу стимуляции роста и функциональной активности микробов, но, наряду с этим, эти фазы искажены и не укладываются в классическую кривую развития микроорганизмов;
- подтверждено, что при разбавлении исследуемых промстоков условно-чистыми стоками или при смешивании со сточными водами предприятии токсичность снижается;
- обнаружено проявление токсического эффекта сточных вод по отношению к микроорганизмам в первые часы роста, что весьма важно с точки зрения скорости выдачи результата;
- подтверждена перспективность использования методов биотестирования для интегральной оценки токсичности сточных вод производства β-лактамных антибиотиков.

Список литературы

1. *Таранцева К.Р., Фирсова О.В. Интегральная оценка качества сточных вод химико-фармацевтического производства // XXI век: Итоги прошлого, настоящего, будущего, 2012, 02(06), с. 90-96.*
2. *Фирсова О.В., Таранцева К.Р. Исследование процесса регенерации ацетона в производстве цинковой соли цефалоспорина С // XXI век: Итоги прошлого, настоящего, будущего, 2014, 01(17), с. 253-257.*

УДК 504.054 +579

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЛОКУЛЯНТОВ BESFLOC ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

© ***Д.А. Захаркин****, Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

© ***К.Р. Таранцева****, Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

© ***Е.Е. Полунина****, «ОАО Биосинтез»* (*г. Пенза, Россия*)

STUDY OF THE EFFECTIVENESS FLOCCULANTS BESFLOC FOR WASTEWATER TREATMENT WITH PRODUCTION OF SOFT MEDICINES

© ***D.A. Zaharkin****, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***K.R. Tarantseva****, Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***E.E. Polunina****, "Biosynthesis" (Penza, Russia)*

Статья посвящена исследованию эффективности очистки сточных вод с производства мягких лекарственных средств промышленными флокулянтами марки Besfloc. В результате исследований выбраны флокулянты обеспечивающие максимальное снижение показателя ХПК и мазевой основы в сточных водах.

Ключевые слова: сточные воды, химико-фармацевтическое производство, мягкие лекарственные средства, флокулянты.

The article investigates the effectiveness of industrial flocculants Besfloc for cleaning of wastewater from the production of soft of medicines. The flocculants which ensured maximum reduction of COD and ointment base in the wastewater were selected.
Key words: sewage, chemical and pharmaceutical production, soft medicines, flocculants.
E-mail: zaharkin.1991@mail.ru, krtar@bk.ru, polunina_ee@biosintez.com

Физико-химические методы очистки промышленных сточных вод с применением коагулянтов и флокулянтов позволяют удалять до 97-98 % коллоидных и высокодисперсных примесей из сточных вод и на сегодняшний день являются одними из наиболее эффективных [1,4-10].

До появления в 60-х годах синтетических неорганических и органических полимеров коагуляция производилась с использованием таких неорганических коагулянтов, как сульфат алюминия, сульфат железа и хлорид железа [2]. Они используются и в настоящее время, но многие промышленные предприятия уже отказываются от них в пользу применения полимерных гироксихлоридов и гидроксисульфатов металлов.

К преимуществам полиоксихлорида алюминия относятся снижение расхода реагента, дозы хлора при первичном хлорировании и затрат на электроэнергию и промывную воду. Кроме того, полиоксихлорид алюминия быстро и полностью гидролизуется в холодной воде даже при температуре 3°С, обладают способностью к полимеризации, что ускоряет образование хлопьев и процесс осаждения. Применение полиоксихлорида алюминия позволяет снизить показатель бактериального заражения воды и содержание остаточного алюминия по сравнению с использованием с сульфатом алюминия, а также снизить коррозийную активность воды [1,2].

После дестабилизации коллоидной суспензии коагулянтами, чтобы увеличить эффективность процесса очистки применяют полимерные флокулянты, которые в зависимости от природы включенных мономеров подразделяются на неионогенные, анионные и катионные. Органические субстраты обычно требуют применения катионных полиэлектролитов [3].

В данной работе в качестве коагулянта использовался полиоксихлорид алюминия. Исследовалась эффективность флокулянтов К-6641, К-6645 и К-6651, К-6741 марки Besfloc для очистки сточных вод поступающих с производства мази хондрофена (мазевая основа – вазелин 35 %, ланолин 10%).

Исследования проводились в лабораторных условиях следующим образом. Сточные воды с производства мягких лекарственных средств объемом 300 мл, помещались в стеклянный стакан вместимостью 400 мл, который ставился на магнитную мешалку. При температуре 25°С и pH среды 7,1 к сточным водам добавлялся 0,1 мл 16%-ого раствора коагулянта полиоксихлорид алюминия, pH 6,75. После этого добавлялся флокулянт в различном количественном соотношении. Флокулянты подавался в виде водных растворов концентрацией 0,1%, которые готовились непосредственно перед применением. Расход флокулянтов составлял 0.13, 0.195, 0.26, 0.325 и 0.39 мг/л. После добавления флокулянта наблюдался процесс образования хлопьевидного осадка. После выдержки Давали выдержку без перемешивания в течении 20 минут надосадочная жидкость декантировалась и отдавалась на анализ, для определение содержания мазевой основы (нефтепродуктов) и определения показателя химического потребления кислорода (ХПК). Результаты исследований занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Содержание нефтепродуктов и показатель ХПК после обработки сточных вод флокулянтами Besfloc

Расход флоку-лянта, мг/л	Флокулянты							
	К-6645		К-6651		К-6641		К-6741	
	НП, мг/л	ХПК, мг O_2/л	НП, мг/л	ХПК, мг O_2/л	НП, мг/л	ХПК, мг O_2/л	НП, мг/л	ХПК, мг O_2/л
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	79	622	79	622	79	622	79	622
0,130	27,9	288	29,9	302	32,4	276	32,9	311
0,195	28,4	297	30,1	315	31,8	289	33,6	328
0,260	28,7	321	30,3	344	32, 9	331	33, 9	341
0,325	29,5	346	30,8	376	33,5	375	34,5	382
0,390	30,1	385	31,8	398	34,8	403	35,2	412

На рисунках 1 и 2 представлены графики зависимости показателя ХПК и содержания нефтепродуктов в сточных водах от расхода флокулянта для различных видов флокулянта марки Besfloc.

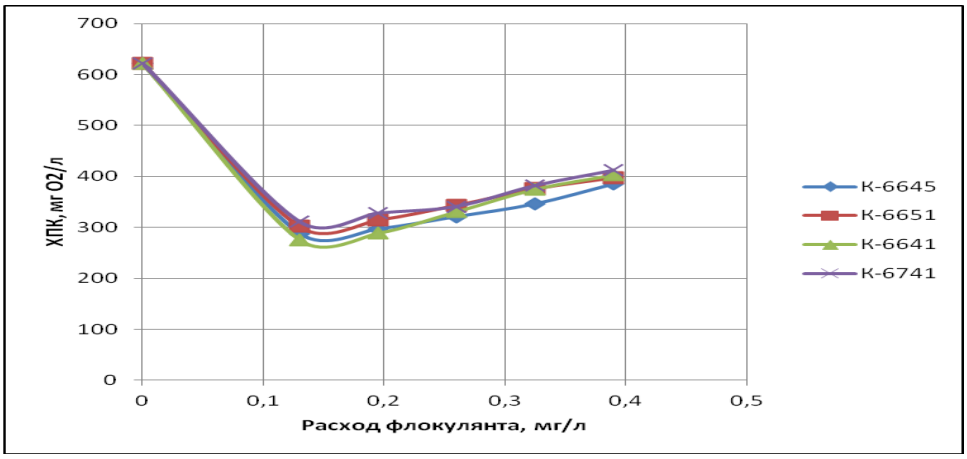


Рисунок 1 – Влияние расхода коагулянтов на показатель ХПК в сточных водах

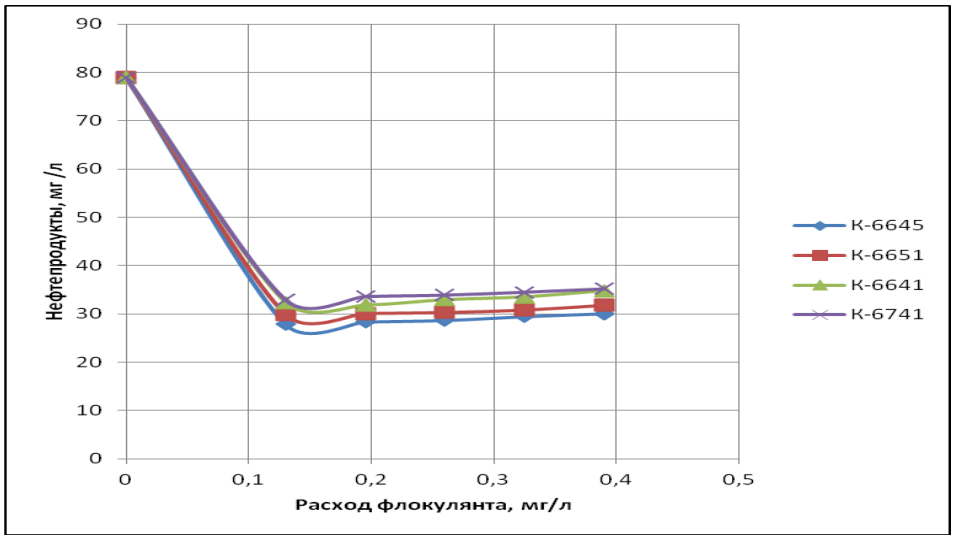


Рисунок 2 – Влияние расхода коагулянтов на содержание нефтепродуктов в сточных водах

Исследования показали, что наибольшее снижение нефтепродуктов в сточных водах достигается при использовании флокулянта К-6645.

Для снижении показателя ХПК наиболее эффективны флокулянты К-6645 и К-6641. При этом К-6641 более эффективен по сравнению с К-6645 при расходе флокулянта 0,13 и 0,195 мг/л, а К-6645 эффективен по сравнению с К-6641 при расходе флокулянта 0.26, 0.325 и 0.39 мг/л. Кроме того из графиков видно что при увеличении расхода флокулянтов увеличивается показатель ХПК. Поэтому не рекомендуется превышать расход флокулянтов более 0,195 мг/л.

Таким образом, на основании проведенных исследований для очистки сточных вод от нефтепродуктов с производства мягких лекарственных средств рекомендованы флокулянты марки Besfloc К-6645 (расход 0,13 мг/л), и К-6641 (расход 0,195 мг/л).

Список литературы

1. *Линевич С.Н. Коагуляционный метод водообработки: теоретические основы и практическое использование / С.Н. Линевич, С.В. Гетманцев; Минобрнауки России. – М.: Наука, 2007. – 230с.*
2. *Гетманцев С.В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами / С.В. Гетманцев, И.А. Нечаев, Л.В. Гандурина; Научное издание. Издательство АСВ. – М.: 2008. – 272с.*
3. *Гандурина Л.В. Очистка вод с применением синтетических флокулянтов. Монография. М.: «ДАР/ВОДГЕО» 2007. – 198с.*
4. *Вейцер Ю.И., Минц Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод. М.: Стройиздат, 1984. – 201 с.*
5. *Гандурина Л.В., Буцева Л.Н. Водорастворимые полимеры, их свойства и области применения // Общеотраслевые вопросы развития химической промышленности: Обзорная информация / НИИТЭХИМПИ.-М., 1980. Вып. 12 (182). – 62 с.*
6. *Гандурина Л.В. Органические флокулянты в технологии очистки природных и промышленных сточных вод и обработки осадка // Инженерное обеспечение объектов строительства: Обзорная информация. / ВНИИНТПИ. – М., 2000. – Вып. 2. 59 с.*
7. *Гандурина Л.В. Современные способы повышения качества питьевой воды // Инженерное обеспечение объектов строительства: Обзорная информация. / ВНИИНТПИ. – М., 2003. – Вып.4. 59 с.*
8. *Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. М.: Наука, 1977. – 355 с.11.Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. Ленинград: Химия, 1987. – 202 с.*
9. *Салов В.Н., Сусяева М.Ю. Экономические и технологические аспекты синтеза полимерных флокулянтов и инновационные технологии полимеризации // Вода: экология и технология: Тезисы / IV Международный конгресс. – М., 2000. – С.416.*
10. *Бутова С.А., Гнатюк П.П., Кротов А.П., Малий В.А., Маслов А.П. Флокулянты. Свойства. Получение. Применение: Справочное пособие М.: Стройиздат, 1997. – 160 с.*

УДК 691

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ЦЕМЕНТА В КОМПОЗИТНЫХ СИСТЕМАХ

© ***М.И. Панфилова**, Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*
© ***Н.И. Зубрев**, Московский государственный университет путей сообщения (Москва, Россия)*
© ***М.В. Фомина**, Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*
© ***В.В. Медведев**, Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*

SAVING OF CEMENT IN COMPOSITE SYSTEMS

© ***M.I. Panfilova**, Moscow state construction University, (Moscow, Russia)*
© ***N.I. Zubrev**, Moscow State University of Means of Communication (Moscow, Russia)*
© ***M.V. Fomina**, Moscow state construction University (Moscow, Russia)*
© ***V.V. Medvedev**, Moscow state construction University (Moscow, Russia)*

Для изменения структуры цементного камня и увеличения прочностных показателей используют добавки нанотрубок. Было установлено, что добавка АНТ ПС 0,006% к массе раствора через 28 суток приводит к возрастанию прочности вспененных композиций на 50-60%.

Ключевые слова: ресурсосбережение, композитные системы, поверхностно-активные вещества, цементный камкнь, гидратация цемента, алюмосиликатные нанотрубки.

To change the structure of a cement stone and increasing strength properties use of additives nanotubes Was established that the addition ANT PS 0,006% to weight of a solution in 28 days leads to an increase in the strength of foam compositions by 50-60%.

Key words: resources, composite systems, surface-active substances, cement Kamkin, hydration of cement, silica nanotubes.

В настоящее время в строительстве подземных сооружений актуальным являются ресурсосбережение строительных материалов. В первую очередь это относится к цементу, который используется для закрепления карстовых полостей и трещиноватых зон при строительстве тоннелей

Вопрос освоения закарстованных территорий чрезвычайно актуален, в особенности при сооружении железных дорог, требующих обеспечения абсолютной надежности. Закрепление грунтов не должно значительно изменять гидрогеологические условия на соседних участках, в которых необходимо постоянно производить оценку активизации карстовых деформаций. Поэтому возникает задача формирования специальной технологии по производству работ и составов тампонажного материала для различных природных и технологических условий.

Наличие грунтовых вод в подрабатываемых грунтовых массивах приводит к мощному расходу инъекционных цементных растворов. Это зависит от нескольких причин. Во-первых, цементные растворы, обладающие недостаточной водоудерживающей способностью, при заполнении пустот или пор, наполняемых водой, расслаиваются, что приводит к вымыванию цемента, в следствии чего прочность цементного камня уменьшается. Во-вторых, при инъектировании цементные растворы распределяются по нерегулируемому радиусу в уплотненной породе, а это, в свою очередь, приводит к значительным потерям цемента.

Данные недостатки, в основном, можно устранить при применении аэрируемых вспененных растворов, получаемых посредством введения какого-нибудь газа, чаще воздуха, удерживающегося в них за счет наличия поверхностно-активных веществ (ПАВ) [6,7].

Вспененные растворы обладают повышенной исходной вязкостью, по сравнению с обычными растворами, и благодаря этому имеют большую устойчивость к размыванию водой. Помимо этого, они обладают ограниченным радиусом распространения при закреплении разломов и трещин, что приводит к существенной экономии цемента.

Тем не менее, они обладают рядом недостатков, которые сокращают возможности для их широкого применения, а именно, возможность их расслоения и преимущественно образование большого числа открытых пор, наличием которых, приводит к снижению прочности и увеличению коэффициента фильтрации воды [6,7].

С целью снижения расхода инъектируемых материалов, за рубежом апробированы вспенивающиеся растворы, с использованием дорогого жидкого концентрата, состоящего из пенообразователя и вспомогательного вещества [7].

Для снижения затрат на закрепление карстовых образований при транспортном строительстве в РГОТУПСе была разработана рецептура пен на основе отечественного сырья, которая не уступала по технологическим показателям зарубежным составам, и обеспечивала экономический и технологический эффект по сравнению с традиионными растворами [6,7].

Для получения вспененной системы в качестве пенообразователей, которые входят в ее состав, были выбраны различные ПАВ или технические средства. С целью установления оптимального ПАВ проводили исследования по адсорбции анионоактивного (сульфонола) и неионогенного (синтамида) ПАВ на бентоните [6].

В работе использовали: цемент (марки 400), бентонитовую глину Аскангель, сульфонол (с общей формулой $C_nH_{2n+1}SO_3Na$, где n=12÷18), содержащий 80% масс основного вещества, синтамид-5 (с общей формулой $CnH_{2n+1}CONHCH_2O(C_2H_4O)_mH$, где n=10÷16, m=5÷6), содержащий 97% масс основного вещества, а также технические моющие средства (ТМС) на основе неионогенного ПАВ (ОП-10) и анионоактивного – "Прогресс" [6, 7, 2].

Установлено, равновесная концентрация достигается, через 15 мин после контакта синтамида-5 с бентонитом, а сульфонола только через 24 часа. При изучении влияния добавок воздействия ТМС "Прогресса" и "ОП -10" на устойчивость, кратность и бентонитовых и бентонитово-цементных систем, было установлено, что с добавками ТМС на основе "ОП-10" она наиболее устойчива, и обладает повышенной прочностью.

В качестве стабилизатора исследовали различные добавки стабилизаторов высокомолекулярных органических соединений (поливинилового спирта, карбокисиметилцеллюлозы, крахмала и моносахаридов). Было установлено, что только добавки крахмала предварительно модифицированного обработкой при кипячении в 7%-ном растворе щелочи приводили к наибольшей устойчивости системы. Модифицированный крахмал, полностью стабилизирует бентонитовую суспензию при концентрациях 0,02-0,05 мг/г.

На основе выполненных экспериментов [3,4], разработаны рекомендации по составу вспененных систем (в табл. 1 и 2.)

Таблица 1 – Рецептура вспененных глиноцементных растворов

Номер образца	Состав раствора, m_v, кг/м^3						
	В/ц	Цемент	Бентонит	ОП-10	Жидкое стекло	Стабилизатор	Вода
1	2:1	500	50	3	-	0,01	1000
2	2:1	500	50	3	12,5	0,01	1000
3	1,33:1	750	50	3	-	0,005	1000

Контрольные образцы 1, 2, 3 приготовлены без стабилизатора.

Прочность вспененных отвержденных образцов на сжатие определяли через 7 и 28 суток после приготовления на прессе типа "Р-5", а коэффициент фильтрации на стенде ЦИПК во Всероссийском институте транспортного строительства.

Разработанные глиноцементные инъекционных растворов, обладают улучшенными физико-технологические характеристики. В присутствии стабилизатора объемная масса вспененных систем увеличивается на 10-20%, а водоотделение падает в 2-3 раза. Через 7 суток прочность отвержденных образцов возрастает, по отношению к контрольным в 1,5-4 раза, а через 28 суток коэффициент фильтрации уменьшается в 2-5 раз.

Таблица 2 – Технологические показатели вспененных растворов

Номер образца	Характеристика растворов					
	Объемная масса, m_v, кг/м	Водоотделение, %	Прочность, Р, МПа		Коэффициент фильтрации $k \cdot 10^{-7}$ см/с	
			7 суток	28 суток	7 суток	28 суток
1	0,70±0,5	5,0±0,4	2,0±0,2	2,5±0,2	9±0,9	11±1,2
1 контр.	1,05±0,5	14,0±0,7	0,4±0,04	2,5±0,2	12±0,2	40±4,0
2	0,98±0,5	4,0±0,3	1,1±0,1	2,5±0,2	2±0,3	8±1,1
2 контр.	0,60±0,5	8,0±0,6	0,7±0,07	2,6±0,2	8±0,9	13±1,3
3	0,75±0,5	5,0±0,4	5,9±0,5	12,5±1	0,2±0,03	3±0,4
3 контр.	0,97±0,5	10,0±0,6	4,4±0,4	13,0±1	0,5±0,06	6±0,6

Следует отметить, что добавление стабилизатора в композитный раствор приводило через 28 суток к снижению прочности системы на 30%.

В настоящее время, для изменения структуры цементного камня и увеличения прочностных показателей используют добавки нанотрубок. Установлено, что добавки углеродных нанотрубок приводят к увеличению прочности цементного камня. Это объясняется тем, что равномерно распределенные частицы углеродных нанотрубок выступают в цементном камне в качестве центров кристаллизации продуктов гидратации цемента, которые кольматируют крупные поры, что приводит к формированию более плотной и однородной структуры. Добавка углеродных трубок 0,006% к весу цемента способствует более полному, чем для контрольного образца, заполнению межзерновой (между зернами гидратирующего цемента) пустотностью кристаллическими новообразованиями, которые увеличиваясь и прорастая между собой [5].

Преимущество алюмосиликатной нанотрубки в том, что она представляет природный объект, их не надо искусственно производить таким

образом они в тысячи раз экономичнее углеродных нанотрубок. По сравнению с углеродной являющейся канцерогеном, она экологически абсолютно безвредена. Диаметр данного наноконтейнера больше, следовательно и вместимость у него больше.

В ЗАО «Нанотехнологии и инновации» природные алюмосиликатные нанотрубки получают из галлоизитного минерала, имеющего формулу $Al_2[Si_2O_5](OH)_4 \times nH_2O$, где n=0-2 [5,1,8].

Эти многослойные трубки из-за их пористой структуры и высокой каталитической активности могут быть использованы в качестве добавок в инъекционные растворы. Так как эти нанотрубки состоят из алюминия и кремния, которые также входят в состав цемента и бентонита, то можно предполагать, что они могут существенно увеличить прочность вспененных инъекционных растворов (рис. 1; табл.3).

Рисунок 1 – Схема алюмосиликатной нанотрубки

Таблица 3 – Техническая характеристика трубок

Характеристика	Параметры
Насыпная плотность	0,624 г/ $см^3$ - 624 $кг/м^3$
Удельный вес	2,55 $г/см^3$
Удельная площадь поверхности	20 $м^2/г$
Размеры нанотрубок	
- внешний диаметр	50-120 нм
- длина	0,5 – 2,0 мкм
Рентгено - фазовый анализ (РФА)	
Галлуазит	не менее 77%
Кварц	менее 13,4 %
Кристобалит	менее 25 %
Неизвестные примеси (прочие) менее	менее 2%
pH водной суспензии	3.5 - 4.5
Содержание влаги	не более 4 %

Получение композитных систем производили в лабораторных условиях. Для этого, в предварительную приготовленную 5% суспензию бентонита марки $П2Т_2А$ Зырянского месторождения (Алтай), добавляли пенообразователь при перемешивании со скоростью 900об/мин, алюмосиликатные нанотрубки от 0,0005 до 0,006 % к весу цемента, затем добавляли цемент и жидкое стекло.

Водоцементное соотношение 2:1. Прочность на сжатие через 7,14 и 28 суток определяли на прессе типа "Р-5".

Также было установлено, что добавка АНТ ПС 0,006% к массе раствора через 28 суток приводит к возрастанию прочности вспененных композиций на 50-60%.

Таким образом, перспективным направлением для получения вспененных композитных растворов является модифицирование структурообразования за счет введения экологически безопасных алюмосиликатных нанотрубок на основе природного минерала.

Список литературы

1. *Бричка С. Я. Природные алюмосиликатные нанотрубки: структура и свойства / С. Я. Бричка // Наноструктурное материаловедение. – 2009. – № 2. – С. 40 – 53.*
2. *Жуков М. О. Исследование возможности применения модификаторов на основе углеродных наноструктур в технологии эффективных строительных материалов [Текст] / М. О. Жуков, Ю. Н. Толчков, З.А. Михалева // Молодой ученый. – 2012. – №5. – С. 16-20.*
3. *Зубрев Н.И., Горяйнова С.К., Панфилова М.И. Отвержденные вспененные глиноцементные растворы в транспортном строительстве // Сборник научных трудов по материалам международной конференции "Высшее профессиональное заочное образование на железнодорожном транспорте: настоящее и будущее". – М., 2001. С.287.*
4. *Зубрев Н.И., Панфилова М.И. Применение вспененных систем при строительстве железных дорог // Тез. докл. научно-практической конференции МГУПС (МИИТ) "Безопасность движения поездов". – М.: МГУПС, 2003. С. 35.*
5. *Маева И.С., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Бурьянов А.Ф., Пустовгар А.П. Структурирование ангидритовой матрицы нанодисперсными модифицирующими добавками //Строительные материалы. – 2009. –№6 – С. 4-5.*
6. *Панфилова М.И.. Физико-химические свойства вспененных глиноцементных систем. Автореф. дис.канд. хим. наук / Тверь, 2004, – 23 с.*
7. *Панфилова М.И., Фомина М.В. Вопросы повышения прочностных характеристик с применением инъекционных растворов / Международная научно-техническая конференция «Инновационные технологии в строительстве и подготовке отраслевых инженерных кадров». Сб.трудов II регионального научно-практического семинара- Смоленск, 2011, С. 314.*
8. *Фастов И.С., Фастов С.А., Стахеев А.А. Исследование и разработка алюмосиликатных наноконтейнеров как перспективных материалов в качестве катализаторов/Научная сессия МИФИ НИЯУ-2011, №171, т. 1., С. 171.*

УДК 620.97\ 662.99\62-67

СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СОЦИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© ***А.А. Баклин,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***В.М. Голощапов,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***С.П. Рябихин,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***В. Р. Силаков,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

THE SYSTEM OF HOT WATER FOR SOCIAL OBJECTS BASED ON INNOVATIVE TECHNOLOGIES

© ***A.A. Baklin,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***V.M. Goloschapov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***S.P. Ryabikhin,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***V.R. Silakov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье рассматривается опыт эксплуатации системы горячего водоснабжения для социального объекта. Система состоит из солнечных коллекторов, теплового насоса, солнечных батарей, приборов и устройств автоматизации. Рассмотрен конкретный пример применения солнечных коллекторов, разработанных в Пензенском государственном технологическом университете, защищенных двумя патентами РФ и внедренных в производство.

Ключевые слова: горячее водоснабжение, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, тепловой насос, солнечный коллектор, тепловой контроллер, энергосбережение, энергоэффективность, экология.

This article discusses two social facilities operating experience hot water system, consisting of a system of solar collectors, heat pump, solar panels, instrumentation and automation devices. The concrete examples of the use of solar collectors developed in Penza State University of Technology and protected by two patents of the Russian Federation and introduced into production.

Key words: hot water, renewable energy, solar energy, heat pump, solar collector, heat controller, energy saving, energy efficiency, ecology.

В развитых странах мира все большее внимание уделяется переходу на низкоуглеродную экономику, под которой понимается современный подход к социально-экономическим и технологическим системам, имеющим главной целью создание экологически чистых технологий, но без снижения темпов социально-экономического развития любой отрасли промышленности. Практически это современное перспективное инновационное направление на основе новых технологий использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), приводящих к энергоэффективности и ресурсосбережению и направленных на координацию решения широкого класса задач по охране среды обитания, снижения выбросов парниковых газов, в частности CO_2, SO_2, NO_2.

Известно, что применение ВИЭ основано на использовании и преобразовании, например, энергии Солнца, ветра, тепла Земли, энергии воды в энергию, пригодную для потребительских нужд [1, 2].

В связи с вышесказанным, роль высших учебных заведений становится основополагающей силой, которая способна изменить ситуацию с помощью научных знаний при подготовке специалистов в области возобновляемой энергетики, стать примером использования систем и устройств в области ВИЭ.

Причём, конструкции систем и устройств на базе ВИЭ, работающие в реальном масштабе времени в стенах высшего учебного заведения, одновременно являются научной и практической материально-технической базой, используемой в научных исследованиях и учебном процессе. Массив данных (табл.1), которые считываются при реальной эксплуатации ВИЭ, может быть использован например, при изучении следующих учебных дисциплин: теория вероятностей, системный анализ, статистика, экономическая статистика, математические методы и модели исследования операций, экономика промышленных предприятий, математические методы прогнозирования экономических объектов, теплотехника, физика и других учебных предметах, где есть необходимость в обработке большого массива данных.

Таблица 1 – Массив данных температур

Дата и время (data&time)	Температура, ^{o}C		
	T0	*T1*	*T2*
25112013120116	51	49	56
25112013120217	51	50	56
25112013120318	52	50	56
25112013120420	51	49	56
25112013120521	51	50	56
25112013120718	50	50	56
25112013120820	53	51	56
25112013120921	54	50	56
25112013121124	53	51	56
25112013121225	53	51	56
25112013121326	53	51	56
25112013121428	53	51	56
25112013121529	53	51	56
25112013121701	53	52	56
25112013121803	52	52	56
25112013121904	54	53	56
25112013122107	53	52	56
25112013122208	52	53	56
25112013122309	52	53	56
25112013122411	52	54	56
25112013122512	52	54	56
25112013122613	52	54	56
25112013122715	52	54	56
25112013122816	52	54	56
25112013123018	54	54	56
…	…	…	…
25112013234327	27	8	57
25112013234428	27	8	57
25112013234529	27	8	57
25112013234702	27	8	57
25112013234803	28	8	57

Примером решения подобной задачи является разработка и внедрение системы горячего водоснабжения на основе инновационных технологий в столовой ФГБОУ ВПО Пензенского государственного технологического университета (ПензГТУ). Схема ГВС столовой ПензГТУ на основе возобновляемых источников энергии показана на рисунке 1. Прежде всего интересен опыт разработки концепции, проектирования и внедрения автоматизированной системы ГВС столовой на основе возобновляемых источников энергии.

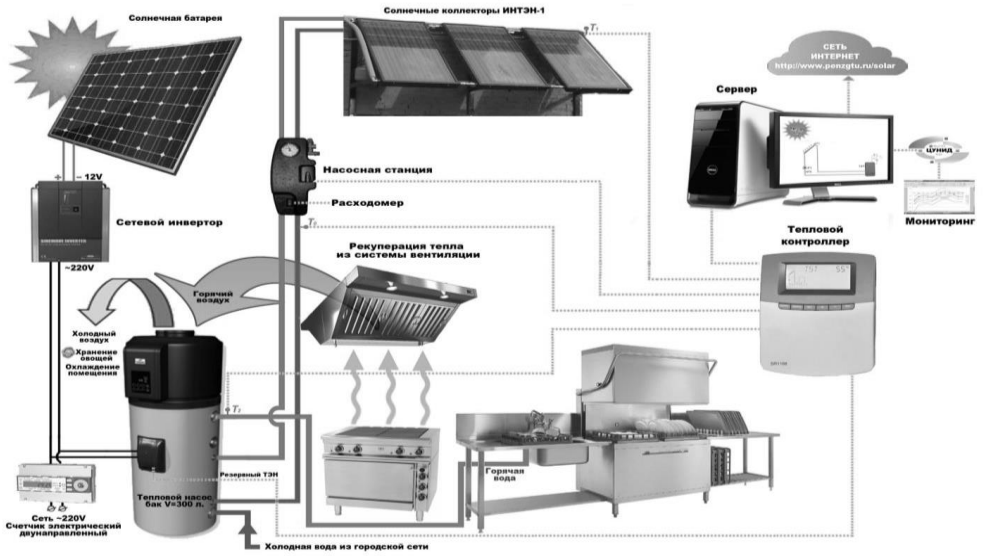


Рисунок 1 – Схема горячего водоснабжения столовой ПензГТУ на основе ВИЭ

На базе ЦУНИД ПензГТУ была создана рабочая группа студентов под названием «Альтернатива+», которая под руководством ученых провела информационный поиск по проблемам использования ВИЭ для ГВС. По результатам этого поиска были поданы заявки на изобретения по теме солнечные коллекторы, получены два патента на интеллектуальную собственность, в том числе и на солнечный полимерный коллектор [4,5]. Затем студенты приняли участие в федеральном конкурсе студенческих научных работ «УМНИК», который успешно выиграли. Полученные денежные средства затрачены на разработку конструкторской документации и изготовление трёх опытных образцов солнечных коллекторов.

Система включает в себя шесть солнечных коллекторов (СК) марки «ИНТЭН-1» [4] различной модификации (рис. 2); тепловой насос-моноблок типа «воздух – вода» с воздухозаборником тепла из системы вентиляции пищевого блока столовой и накопительным баком на 300 л; солнечные батареи мощностью до 1кВт; сетевой инвертор; счетчик электрической энергии; двунаправленную насосную станцию с расходомером; трубопроводы для подачи холодной воды в тепловой насос; трубопроводы для подачи горячей воды; датчик температуры теплоносителя T_0 на входе в СК; датчик температуры T_1 на выходе из СК; датчик температуры T_2 горячей воды подаваемой потребителю из теплового насоса (ТН); электронный контроллер с сетевым интерфейсом.

Рисунок 2 – Солнечные коллекторы и солнечные батареи в составе инновационной системы ГВС столовой ПензГТУ

Работа системы заключается в следующем. Горячий воздух от кухонных электроплит улавливается воздухозаборником ТН и направляется в низкотемпературный первичный испаритель, где происходит его фазовое превращение, сжатие, снова фазовое превращение во втором высокотемпературном конденсаторе (цикл Карно) и передача тепла через теплообменник в систему ГВС столовой. Одновременно получающийся в ТН холодный воздух по вентиляционным трубам или направляется для охлаждения варочного цеха (летом), или удаляется наружу.

Температура горячей воды на выходе ТН в нормальном режиме работы имеет значения не более 60^{o}С.

ТН, имея коэффициент эффективности для таких условий 3,5 и потребляя мощность 1,2 кВт электрической энергии, на выходе выдают 4,2 кВт тепловой энергии. По сути 3 кВт тепловой энергии получается бесплатно (из окружающего воздуха).

В целях дальнейшей экономии электроэнергии в схему были введены солнечные фотоэлектрические модули (батареи), которые обеспечивают работу компрессора ТН за счет преобразования энергии Солнца в электрическую энергию [3].

В период с марта по ноябрь большая часть нагрузки по приготовлению горячей воды приходится на СК марки «ИНТЭН». Теплоноситель, находящийся в них, нагревает через теплообменник бака ТН холодную воду, которая затем направляется в сеть ГВС. Сравнительные данные по расходу электроэнергии и экономии электроэнергии приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительные данные по расходу электроэнергии

Системы ГВС	Параметры		
	Месячный расход воды, л	Месячный расход электроэнергии, кВт*ч	Экономия, кВт*ч
Традиционная	28800	1776	-
Новая	28800	507	1269
Новая с солнечными батареями	28800	200	1576

Коллекторы работают в режиме активной циркуляции теплоносителя, для чего в схеме предусмотрена насосная станция (рис.1). Эффективная

мощность СК «ИНТЭН-1» составляет от 0,6 до 1,5 кВт. Температура горячей воды на выходе СК находится в пределах от 40 до 80°С.

Для обеспечения работы всех компонентов системы в автоматическом режиме в схеме предусмотрена система электронного контроля и управления всеми процессами. При этом контролируемая информация сохраняется на карте памяти контроллера и затем передается в локальную сеть университета и в интернет. Такой подход позволяет контролировать в режиме онлайн работу системы ГВС столовой университета, анализировать работу СК в разные периоды эксплуатации, время работы ТН, расход электроэнергии и горячей воды.

Обработка полученного банка данных по температурам нагрева и расходным параметрам позволяет построить аппроксимирующие кривые изменения температуры T_o, T_1, T_2 и их модели регрессии с коэффициентами детерминации.

Рассматриваемый временной интервал разделен на два: «утро» – время с 5:00 до 10:59; «день» – время с 11:00 до 15:00, что соответствует режиму работы столовой. Для каждого графика изменения температур T_o, T_1, T_2 построена аппроксимирующая кривая, каждая из которых описывается двумя математическими моделями – для участка времени «утро» и участка времени «день» соответственно. Полученные коэффициенты детерминации R^2 указывают на сильную связь зависимой переменной (y – температуры) от независимой переменной (t – времени). Графики изменения температур T_o, T_1, T_2 и их модели регрессии с коэффициентами детерминации приведены на рисунке 3.

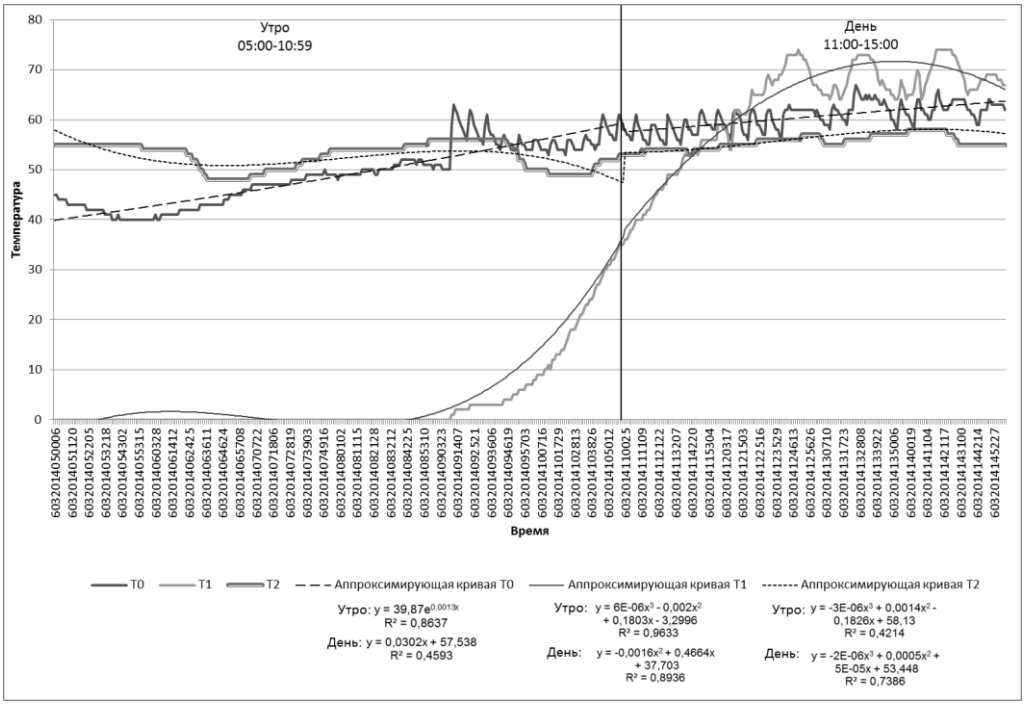


Рисунок 3 - Графики изменения температур T_0, T_1, T_2, в зависимости от времени (расшифровка по оси абсцисс: 6032014050006 – 6.03.2014г. 05:00:06)

Следует отметить, что конструкция СК марки «ИНТЭН-1» была разработана в ПензГТУ, на нее получен патент РФ [4], и с 2012 года СК серийно

производятся на машиностроительном предприятии Пензенской области. При этом производится их постоянная модернизация для повышения эффективности работы.

Таким образом, использование системы горячего водоснабжения, состоящей из СК, ТН и солнечных батарей, позволило снять проблему сезонности работы СК и обеспечить высокую энергоэффективность и надежность работы.

Список литературы

1. *Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. – М., Энергоатомиздат, 1991.*
2. *ВСН-52-86 Ведомственные строительные нормы. Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования. Госграждданстрой, Москва, 1988.*
3. *Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Справочник. Под ред. А.В. Клименко. В.М. Зорина. Издательство: МЭИ., Москва, 2001.*
4. *Патент RU 96637 U1 «Солнечный коллектор» от 10.08.2010.*
5. *Патент RU 133595 U1 «Автоматизированный солнечный полимерный коллектор» от 20.10.2013.*

УДК681.51; 681.52

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

© ***В.А. Казаков****, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*

© ***О.С. Виноградов****, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Н.А. Виноградова****, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*

© ***Б.Л. Таранцева****, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*

MODERNIZATION OF THE ELECTROCHEMICAL PRODUCTION TO MITIGATE ENVIRONMENTAL DANGER

© ***V.A. Kazakov****, Penza region Higher school Centre Russia State University of Innovative Technologies and Business (Penza, Russia)*

© ***O.S. Vinogradov,*** *Penza State University (Penza, Russia)*

© ***N.A. Vinogradova****, Penza region Higher school Centre Russia State University of Innovative Technologies and Business (Penza, Russia)*

© ***B.L. Tarantseva,*** *Penza region Higher school Centre Russia State University of Innovative Technologies and Business (Penza, Russia)*

В статье приведены этапы снижения экологической опасности электрохимического производства. Рассмотрен системный подход к выбору электролитов и покрытий

Ключевые слова: электрохимические производства, экология, сточные воды

The article presents the steps of reducing the ecological danger electrochemical production. Considered a systematic approach to the selection of electrolytes and coatings
Key words: electrochemical production, ecology, waste water

E-mail: woinova53@mail.ru

В числе проблем сдерживающих развитие электрохимических производств особо выделяются экологические факторы. Использование откровенно токсичных компонентов электролитов, в сочетании с большим объемом сточных вод, делает цеха гальванических покрытий одними из наиболее опасных источников загрязнения для окружающей среды.

Стоки от электрохимических производств чаще всего подвергают реагентной системе очистки. Суть реагентного обезвреживания сводится к обработке стоков гидроксидами или карбонатами кальция (магния). При этом большинство металлов, находящихся в сточных водах выпадает в осадок, который отстаивают, отфильтровывают, обезвоживают и отправляют на полигон для захоронения. В результате такой расточительности безвозвратно теряются ценные компоненты и происходит загрязнение окружающей среды, ведь выделение отдельных металлов из образовавшегося осадка экономически невыгодно. Кроме того, в процессе реагентной очистки происходит вторичное загрязнение стоков щелочноземельными элементами (кальцием или магнием), органическими веществами (например, полиакриламидом, добавляемым для ускорения процесса отстаивания), а для выравнивания кислотности на разных этапах приходится вводить либо щелочь, либо кислоту. Очищенная таким образом вода не подлежит возврату в технологический процесс, из-за высокого остаточного солесодержания, и сбрасывается на городские сооружения, откуда, впоследствии, поступает в водоемы. В результате водоемы подвергаются интенсивному загрязнению, что приводит к крайне неблагополучной экологической ситуации. В случае аварийного сброса неочищенной воды ситуация резко усугубляется из-за высоких концентраций тяжелых металлов и органических составляющих.

Перевод электрохимических производств на безопасный путь развития возможен при выполнении ряда условий:

- использование наименее опасных с экологической точки зрения компонентов электролитов для нанесения покрытия и менее опасных растворов для проведения операций травления, обезжиривания и активации;
- создание максимально замкнутых водооборотных циклов;
- применение систем локальной очистки после каждой операции или комплексной очистки стоков электрохимического производства с условием последующего возврата основных компонентов и воды в технологический цикл.

Для создания экологически безопасного гальванического производства необходимо осуществить грамотный выбор компонентов электролитов, максимально удовлетворяющих требованиям безопасности.

Первым этапом является выбор покрытия, который основывается на следующих параметрах:

- основные параметры: материал основы, назначение покрытия, климатическое исполнение, условия эксплуатации;
- необязательные параметры: декоративные свойства, поверхностная обработка, максимальная/минимальная толщина;
- дополнительные параметры: слойность, включение/исключение металлов.

В гальваническом производстве используются растворы, а не твердые вещества, поэтому для проведения выбора растворов учитывали ионную форму веществ. С учетом того, что в гальваническом производстве основным источником сброса воды являются ванны промывки, необходимо отметить, что в ряде случаев, даже наиболее опасные вещества в момент слива раствора не всегда достигают предельных значений критериев ПДК.

Для разработки электролитов рекомендуется использовать наименее опасные компоненты электролитов [1].

На втором этапе работы по обеспечению экологической безопасности производства выбранного покрытия осуществляется выбор и анализ электролита с точки зрения токсичности и влияния на окружающую среду. Здесь учитывается и катионная и анионная составляющая.

На последнем этапе ведется учет последующей обработки сточных вод и возможности регенерации и рекуперации раствора, осуществляется расчет порядка движения автооператора после основных и предварительных операций с целью снижения уноса вещества из технологических ванн, а также сокращения водопотребления на стадиях промывки, осуществляется экономический расчет целесообразности замены компонентов растворов.

Придерживаясь данной методики можно провести анализ, как действующих электролитов, так и вновь разработанных. Для выбора гальванического покрытия следует учитывать требования нормативных документов.

При создании бессточных гальванических линий при электроосаждении из электролитов, не требующих подогрева ванн, предлагается использовать непроточные системы промывки деталей. При работе с подогреваемыми ваннами необходимо компенсировать потери на испарение путем долива растворами из ванн промывки. Организация бессточных процессов матового и блестящего никелирования, меднения и декоративного хромирования позволит предотвратить потери электролитов, обеспечив их возврат в технологический процесс на уровне 100%. Применение локальных установок в ваннах промывки для извлечения компонентов растворов даст возможность увеличить время работы промывных ванн и уменьшить их количество. По расчетам для большинства известных процессов производительностью 1 $м^3$/ч установление дополнительных ванн промывки, работающих в непроточном режиме, в количестве 8 штук, объемом 1000 л позволит работать в течение 2-х лет без сброса стоков и расхода свежей воды [2].

В гальванике возможны следующие варианты использования стоков из ванн улавливания:

- возврат в основную ванну для использования в качестве технологического раствора;
- очистка с извлечением металлов, концентрированием стоков или извлечением ценных компонентов.

Использование отработанной воды для долива возможно в случаях, если электролит работает при повышенных температурах. В случае очистки стоков, извлеченные компоненты или концентрированные стоки используют для корректировки технологической ванны. В случае изменения последовательности прохождения деталями всех ванн так, чтобы детали промывались в ванне улавливания 2 раза – первый раз перед обработкой, а второй раз после обработки в технологической ванне, можно исключить необходимость в очистке отработанной промывной воды, так как вода в этом случае вообще не меняется [3].

Большинство новых электролитов создаются путем многочисленных проб и ошибок. Системный подход к выбору растворов-электролитов и самих покрытий металлами и сплавами из экологически безопасных электролитов, значительно упростит процесс перевода существующих производств на экологически безопасный путь развития, так как реально покажет возможности замены применяемых растворов. Это позволит создавать новые виды металлических покрытий с минимизацией токсичности электролитов, из которых они осаждаются.

Таким образом, для выбора металла-покрытия, с учетом экологической составляющей, надо учитывать следующие аспекты:

- из какого материала изготовлено изделие;
- для каких целей наносится покрытие;
- в каких условиях будет эксплуатироваться изделие;
- качество обработки поверхности изделия;
- класс опасности материала (металла или сплава) с учетом классификации веществ по степени экологической опасности и выбрать наименее экологически опасный.

При разработке состава электролита необходимо учитывать:

- какие компоненты входят в состав электролитов с учетом их экологической опасности, и выбирать наименее опасные;
- влияние компонентов на режим электроосаждения (катодную плотность тока, характеристику покрытия, выход металла (сплава) по току и т.д.);
- экономические аспекты применения того или иного компонента.
- при выборе систем очистки стоков важно учитывать:
- степень очистки, получаемую при различных методах;
- экономическую целесообразность локальной или общецеховой (общезаводской) системы очистки сточных вод;
- возможность регенерации растворов;
- возможность рекуперации растворов.

В процессе работы необходимо предусмотреть систему максимальной замкнутости водооборотных циклов и порядок движения автооператора после основных и предварительных операций с целью снижения уноса вещества из технологических ванн, а также сокращения водопотребления на стадиях промывки. Разработка и создание экологически безопасных процессов в гальванике позволит предотвратить возможность возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера с серьезными экологическими последствиями.

Список литературы

1. *Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова (Гуляева) Н.А., Брюнин А.М. «Классификация компонентов растворов для электрохимических производств»// Материалы IX Международной научно-методической конференции/ Под ред. Проф. А.Н. Андреева – Пенза: Издательство Пензенского филиала РГУИТП, Т.2 –Технические науки, 2011 С. 63-66.*
2. *Виноградов С.С. Организация бессточных процессов нанесения покрытий// Гальванотехника и обработка поверхности:– 2005. – том XIII, № 4. – С. 37-47.*
3. *Виноградов С.С. Способы использования ванн улавливания для снижения экологической опасности гальванического производства// Гальванотехника и обработка поверхности:– 2003. – том XI, № 3. – С. 50-56*

УДК 502.63

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИЕМОВ РЕАБИЛИТАЦИИ

© ***С.Ю. Ефремова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Е.А. Полянскова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

CHANGE IN BIOLOGICAL ACTIVITY OF OIL-CONTAMINATED SOIL UNDER THE ACTION REHABILITATION METHODS

© ***S.U. Efremova***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***E.A. Polyanskova***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье рассмотрено влияние приемов рекультивации на изменение микробиологической и ферментативной активности почв. Также дана оценка степени фитотоксичности остаточных нефтепродуктов в рекультивируемой почве.

Ключевые слова: почва, рекультивация, нефтезагрязнение, микробиологическая активность, ферментативная активность, фитотоксичность.

In the article the influence of the methods of recultivation on a change in the microbiological and fermentative activity of soils is examined. Is also given estimation of the degree of the phytotoxicity of residual petroleum products in the rekultiviruemoy soil.

Key words: soil, recultivation, neftezagryaznenie, microbiological activity, fermentative activity, phytotoxicity

Биологическая активность почв позволяет определить характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров. Это дает возможность оценить негативные процессы, происходящие при антропогенезе, и предотвратить снижение плодородия почв [9]. Ход биологических процессов в почвах определяется не столько численностью микроорганизмов, сколько, главным образом, их активностью. Для нефтезагрязненных почв характерной особенностью является возрастание биологической активности, как показателя одного из первых этапов нарушения их экологических свойств [2;3]. На начальных стадиях нарушений экосистемы микробное сообщество часто сохраняет способность сопротивляться отрицательному экологическому влиянию, что выражается в увеличении биохимической активности и дыхания почвы [5;6].

В настоящее время, значение почвенной биоты существенно возросло. В условиях объективных процессов техногенного загрязнения компонентов биосферы она выполняет еще одну важную функцию – детоксикации различных соединений, присутствующих в почве и оказывающих большое влияние на состояние окружающей среды и качество сельскохозяйственной продукции.

В связи с этим актуальным является изучение микробиологического состояния почв не только в условиях интенсивного антропогенного воздействия (загрязнение нефтью), но и в процессе их реабилитации. Также принимая во внимание, что процесс «самоочищения» и восстановления почв до исходного уровня длителен, необходимо разработать приемы реабилитации с учетом их региональных особенностей, несмотря на значительное число исследований, выполненных по этой проблеме.

Нефтепродукты длительное время сохраняются в почве, благодаря ее высокой адсорбирующей способности, изменяя при этом ее физико-химические

и биологические свойства. При этом нефтяное загрязнение подавляет микробиологические и биохимические процессы, вызывает изменение структуры биоценозов, активности и направленности почвообразовательных процессов. Для устранения негативного действия нефти на почвенный покров, используют различные биологические методы, позволяющие быстрее восстановить функции почв, так как естественное самоочищение природных объектов от нефтяного загрязнения это длительный процесс.

В настоящее время одной из наиболее перспективных технологий очистки нефтезагрязненных почв, считается интродуцирование в почву различных комплексов микроорганизмов, отличающихся повышенной способностью к биодеструкции тех или иных углеводородных компонентов нефти и нефтепродуктов [3;8;10].

С целью изучения биологической активности нефтезагрязненной почвы под действием приемов реабилитации нами проводились исследования с использованием удобрений – минеральное (нитрофоска), органическое – в виде активного ила (АИ) и промышленный биопрепарат «Бациспецин» (Б), в различных сочетаниях.

Стимулирующий эффект минеральных удобрений объясняется оптимизацией концентрации питательных элементов в почвенном растворе и созданием определенной буферной емкости среды, что является важным фактором для обменных процессов микроорганизмов [4;7;11]. А нитрофоска – это сложное минеральное азотно-фосфорно-калийное удобрение, содержит 35–52 % N, P_2O_5 и K_2O в различных соотношениях.

АИ используется в качестве активатора аборигенной микрофлоры, благоприятно влияет на биологические параметры почвы, возвращая к исходному уровню активность окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов. Как энергетический материал для почвенной микрофлоры усиливает активность микробных процессов, под влиянием которых происходит мобилизация питательных элементов в почвенном растворе и созданием определенной буферной емкости среды, что является важным фактором для обменных процессов микроорганизмов.

Биопрепарат «Бациспецин», получен на основе штамма Bacillus sp. 739, выделенного из серой лесной почвы, титр препарата $1{,}4 \cdot 10^7$ КОЕ/г [1]. Использование его для рекультивации нефтезагрязненных почв показало возможность нормализации ее ферментативных и микробиологических показателей и, как следствие, снижение содержания нефти [8].

В наших исследованиях было установлено, что ферментативная активность находится в прямой зависимости от степени загрязнения почвы и зависит от вида фермента.

Для каталазы, внесение в исследуемую серую лесную почву минеральных, органических удобрений и их сочетания не дало (рис.1) достоверного повышению её активности. В дальнейшем эффективность влияния органических удобрений нарастала, а минеральных – снижалось.

1 - Почва (контроль); 2 - Почва + нефть (фон); 3 - Фон + АИ + NPK; 4 - Фон + Б + NPK; 5 -Фон + Б + АИ + NPK

Рисунок 1 – Изменение ферментативной активности нефтезагрязненной светло-серой лесной почвы под влиянием приемов реабилитации (1 - Почва (контроль); 2 - Почва + нефть (фон); 3 - Фон + АИ + NPK; 4 - Фон + Б + NPK; 5 -Фон + Б + АИ + NPK)

Активность уреазы, под действием комплекса рекультивирующих вариантов, возрастала по сравнению с контрольным вариантом, но несколько снижалась по сравнению с нефтезагрязненной почвой. Это связано с неоднозначным влиянием нефти.

Нефтяные углеводороды и продукты их разложения обуславливают различный характер воздействия на почвенные ферменты. Углеводороды нефти ингибировали ферментативную активность.

Биодеградация и разложение углеводородов меняли со временем направленность окислительно-восстановительных реакций. Их интенсификация происходила при внесении мелиорантов, что способствовало восстановлению активности ферментов, минерализация углеводородов ускорялась, что вело к повышению биологической активности почвы.

Исследования показали низкую эффективность внесения полного минерального удобрения в повышении окислительно-восстановительных процессов. Наилучшие условия для проявления активности каталазы создавались при компостировании Бациспецином и в сочетании его с органо-минеральным комплексом. Использование Бациспецина способствовало восстановлению активности каталазы, так как внесение в загрязненную почву соединений, легко используемых микроорганизмами, включает их в процесс биоразложения нефти за счет соокисления. Его компоненты легко усваивались микроорганизмами, что нормализовало окислительно-восстановительные процессы и оказывало значительное воздействие на биогенность почвы, которая выражается в интенсификации дыхания, увеличении численности бактерий и повышении активности почвенных ферментов.

Активность инвертазы, также ингибировали углеводороды нефти. При внесении удобрений минерализация углеводородов ускоряется и повышается биологическая активность почвы. В ходе эксперимента отмечалось значительное снижение инвертазной активности с 13,15 до 10,20 мг/г. Такое уменьшение активности фермента может быть связано с низкой активностью целлюлозоразлагающих микроорганизмов; соответственно уменьшается содержание дисахаридов. Причиной уменьшения количества целлюлозоразлагающих микроорганизмов может быть низкое содержание подвижных соединений азота (аммонийного азота).

Микроорганизмы своей жизнедеятельностью в значительной мере влияют на почвообразовательные процессы, создавая условия для развития тех или иных биоценозов.

Исследования по минимизации негативного влияния загрязнения показали, что в динамике численности бактерий на мясопептонном агаре (МПА) по всем вариантам опыта проявляется общая закономерность, выраженная в увеличении их количества к середине срока инкубации и снижении – к концу (рис. 2).

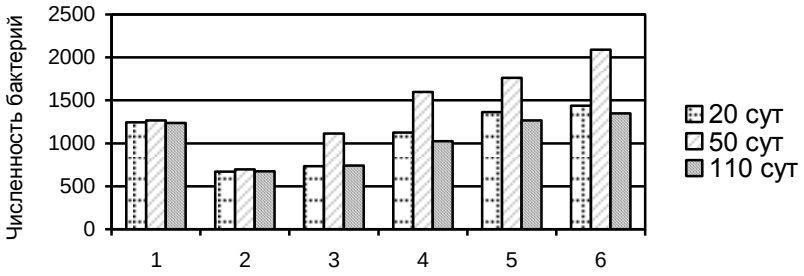


Рисунок 2 – Изменение численности почвенных бактерий под действием приемов реабилитации (1 - Почва (контроль); 2 - Почва + нефть (фон); 3 - Фон +NPK; 4 - Фон + АИ + NPK; 5 - Фон + Б + NPK; 6 -Фон + Б + АИ + NPK)

Численность бактерий на фоне активного ила и биопрепарата была выше на протяжении всего периода инкубации. Внесение АИ оказывало существенный продолжительный стимулирующий эффект по сравнению с другими вариантами.

Активация процессов естественного самоочищения, в основе которой лежит деятельность микроорганизмов, приводит к быстрому разрушению углеводородов нефти и является экологически и экономически целесообразной.

Таким образом, изучение биологической активности нефтезагрязненных почв, при внесении исследуемых мелиорантов показало, что нельзя однозначно выделить один из мелиорантов или их сочетание по степени восстановления почвы, все варианты оказали больший или меньший положительный эффект в разные сроки после их внесения. Но наилучшие условия создавались при компостировании почвы с органо-минеральным комплексом и биопрепаратом.

Показано, что биологическая активность позволяет определить не только характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров, но и процессов протекающих в ней при реабилитации, для определения эффективности тех или иных мелиорантов на различных типах почвы.

Список литературы

1. *Алиев, С.А. Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв / Алиев С.А., Гаджиев Д.А. // Изв. АН АзССР. Сер. биол. наук. – 1977. – № 2. – С. 46 – 49.*
2. *Бочарникова, Е.А. Влияние нефтяного загрязнения на свойства серо-бурых почв Апшерона и серых лесных почв Башкирии / Бочарникова Е.А. – М.: Наука, 1990. – 160 с.*
3. *Габбасова, И.М. Использование биогенных добавок совместно с биопрепаратом «Деворойл» для рекультивации нефтезагрязненных почв /*

Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р., Бойко Т.Ф., Галимзянова Н.Ф. // Биотехнология. – 2002. – № 2. – С. 57 – 65.

4. *Ефремова С.Ю., Полянскова Е.А. Исследование приемов рекультивации нефтезагрязненных почв// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. – 2012. – № 02(06). – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. – С.55–61.*
5. *Исмаилов, Н.М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / Под ред. М.А. Глазовской. – М.: Наука, 1988. – С. 42 – 56.*
6. *Кожевин, П.А. Биотический компонент качества почвы и проблема устойчивости // Почвоведение. – 2001. – № 4. – С. 44–48.*
7. *Мосина Л.В., Мерзлая Г.Е. Экологическая оценка влияния органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценозов в экстремальных погодных условиях // Изв. ТСХА. – 2013. – №5. – С. 5–18.*
8. *Сидоров, Д.Г. Полевой эксперимент по очистке почв от нефтяного загрязнения с использованием углеводородокисляющих микроорганизмов / Сидоров Д.Г., Борзенков И.А.. Ибатулин Р.Р. // Прикладная биохимия и микробиология. – 1997. – Т. 33. № 5. – С. 497–502.*
9. *Татлок Р.К. Изменение биологических свойств суб-альпийских почв Адыгеи при загрязнении нефтью, мазутом, бензином и соляркой / Татлок Р.К., Колесников С.И. // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2011. – № 1 (76). – С. 28–32.*
10. *Шаркова, С.Ю. Экологическое состояние природных и техногенных экосистем Среднего Поволжья и их реабилитация: Автореф. дисс. …докт. биол. наук. – М.: ВНИИА, 2010. – 45 с.*
11. *Шаркова, С.Ю. Применение мелиоративных приемов при выращивании яровой пшеницы в условиях техногенеза// Плодородие: Научно-практический журнал. – 2010 – № 3. – М.: МЦНТИ, 2010. – С. 51–52.*

УДК 66-5: 66-7.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ СОСУДОВ РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

© ***А.В. Тразанов***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.Р. Таранцева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

TECHNOLOGICAL SYSTEM TO EVALUATE THE SECURITY OF PRESSURE VESSELS

© ***A.V. Trazanov***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***K.R. Tarantseva***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Предложена дополненная технологическая система оценки предельного состояния сосудов, работающих под давлением, с применением устройства для очистки внутренних поверхностей газовых баллонов пульсирующим потоком дроби в кипящем слое.
Ключевые слова: безопасность, техническое освидетельствование, техническое обслуживание, баллон.

Propose additions technological system for the ultimate state of the vessels working under pressure, with the use of a device for cleaning the interior surfaces of gas cylinders pulsed fraction in the fluidized bed.
Key words: security, technical inspection, maintenance, the balloon.

Сосуды под давлением, в частности, газовые баллоны для сжатых и сжиженных газов, являются источником повышенной техногенной опасности. Решение данной проблемы связано с необходимостью разработки и внедрения научно обоснованных методов технического диагностирования их предельного состояния, обеспечивающих высокую производительность работ и качество эксплуатируемых сосудов.

Техническое обслуживание баллонов является сложной системой, обладающей совокупностью свойств. При разработке научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию технологии обслуживания баллонов необходимо исследовать структуру технического обслуживания и проанализировать основные факторы, влияющие на её формирование.

Исходя из существующей нормативной документации [1,2] оценка предельного состояния стальных газовых баллонов для сжатых и сжиженных газов, за исключением баллонов для ацетилена, включает ряд обязательных пунктов:

– осмотр внутренней поверхности, за исключением баллонов для сжиженного углеводородного газа (пропан-бутана) вместимостью до 55 л, и наружной поверхности баллонов;

– проверку массы и вместимости;

– гидравлическое испытание.

Из перечисленных пунктов наибольшее затруднение вызывает осмотр внутренней поверхности и определение остаточного ресурса баллона. Первая связана с малым диаметром горловины баллона, вторая с наличием на внутренней поверхности сосуда продуктов коррозии, которые не всегда удается используемыми в настоящее время на производстве способами удалить с поверхности и оценить остаточную толщину стенки сосуда.

Ранее нами был предложен альтернативный способ очистки внутренней поверхности баллонов пульсирующим потоком дроби в кипящем слое,

позволяющий повысить качество очистки по сравнению с классическими методами [3,4].

В данной статье предложена дополнения к существующей системе оценки предельного состояния сосудов и разработана более полная ее версия.

Для определения структуры и ее показателей технологический процесс обслуживания баллонов для сжатых газов можно разделить на следующие группы:

1) приемка баллона на обслуживание (проверка сопроводительной документации, мойка, проверка маркировки, направление на склад);

2) подготовка баллона к обслуживанию (вывинчивание вентиля, дегазация);

3) визуальный контроль (осмотр наружней и внутренней поверхности, очистка внутренней поверхности с последующим осмотром);

4) контроль технического состояния (завинчивание переходника технологического, гидравлические испытания баллона на прочность, вывинчивание переходника технологического, проверка массы и вместимости, сушка внутренней поверхности, завинчивание вентиля, пневматические испытания на герметичность);

5) подготовка к восстановительным операциям (вывинчивание вентиля, очистка наружней поверхности);

6) восстановительные операции (покраска наружней поверхности, сушка наружней поверхности, обезжиривание внутренней поверхности (при необходимости));

7) подготовка к выдаче потребителю (завинчивание вентиля, маркировка баллона, заправка баллона, отметка в сопроводительной документации, передача на склад);

8) выдача баллона потребителю.

Все технологические переходы нуждаются во вспомогательных процессах (очистка воздуха, воды, сбор и переработка остатков газа и т. д.). Следовательно, для повышения качества проводимых операций процесс технического обслуживания баллонов необходимо расширять, что приведет к усложнению всей технологической цепочки.

Данное усложнение должно быть обеспечено соответствующим оборудованием, как существующими лучшими мировыми образцами, так и дополнительно разрабатываемыми.

Для реализации поставленных задач предложены принципиальные схемы технического обслуживания газовых баллонов для сжатых (рисунок 1) и сжиженных (рисунок 2) газов в соответствии с действующими нормативными документами ЕврАзЭС и Российской Федерации, как основных потребителей предлагаемой технологии.

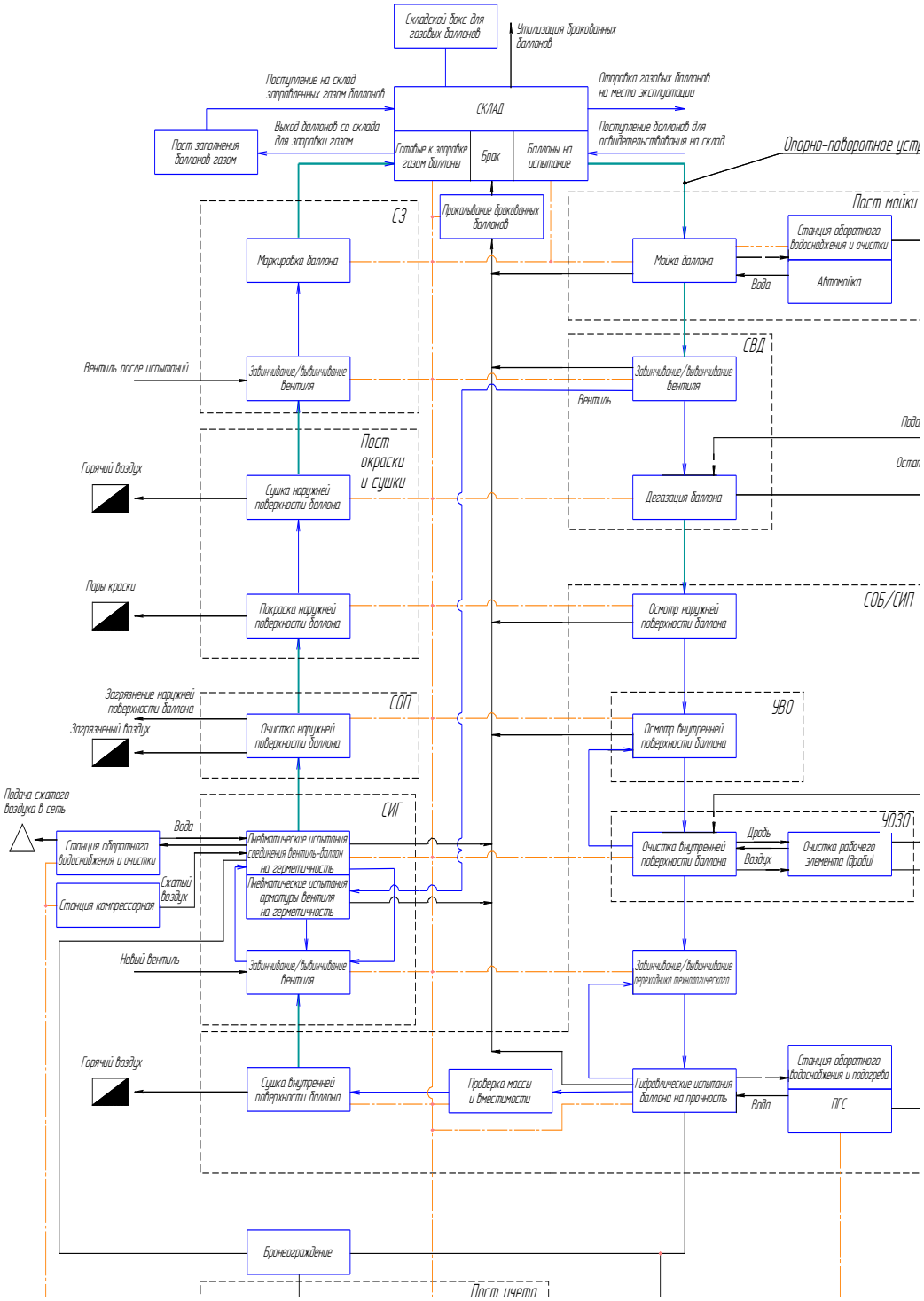


Рисунок 1 – Схема процесса технического обслуживания газовых баллонов для сжатых газов

Технологический процесс и оборудование для его осуществления предложены на основе действующей нормативной документации, опыте эксплуатирующих организаций и современном уровне техники в области технического обслуживания баллонов для сжатых газов.

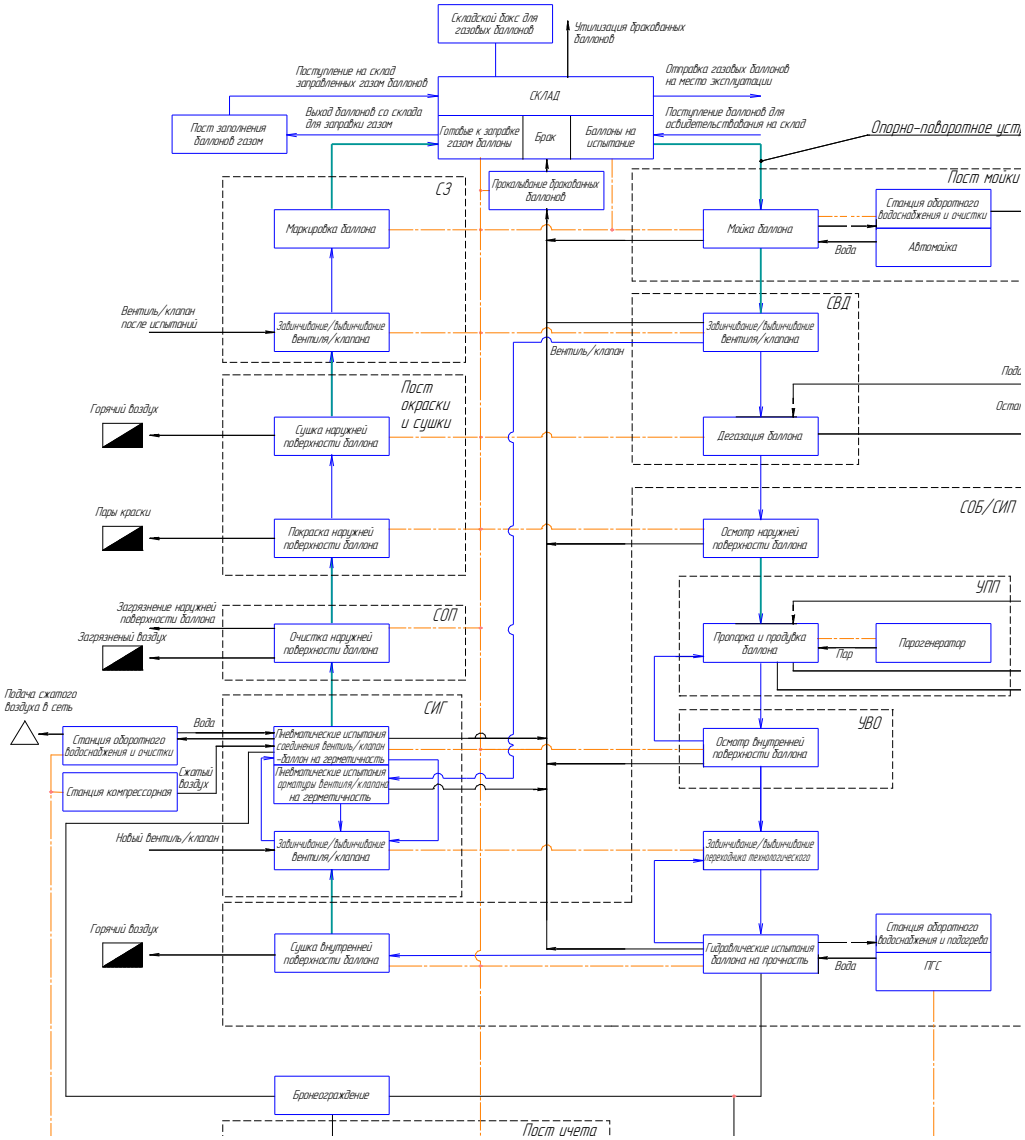


Рисунок 2 – Схема процесса технического обслуживания газовых баллонов для сжиженных газов

Для применения данного технологического процесса и оборудования для его осуществления на эксплуатирующих предприятиях России и стран ближнего зарубежья предложена типовая планировка участка по техническому обслуживанию баллонов, позволяющая дублировать его в конкретные планировки как вновь разрабатываемых станций, так и проходящих реконструкцию.

Предложенные типовые решения позволяют повысить эффективность работы станций по техническому обслуживанию газовых баллонов, так как являются универсальными как для большинства сосудов использующихся в химической и нефтехимической промышленности, так и для наиболее распространенных бытовых и автомобильных баллонов, так же проведена унификация оборудования позволившая обеспечить логистику на предложенных участках.

Таким образом, разработанная технологическая система технического обслуживания соответствует современному развитию уровня техники и требованиям нормативной документации ЕврАзЭС, применима для промышленного использования и обеспечена необходимым оборудованием.

Список литературы

1. *Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014 N 116 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением" (Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2014 N 32326).*
2. *Технический регламент Таможенного союза "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (ТР ТС 032/2013).*
4. *Анализ эффективности импульсной дробеструйной очистки внутренней поверхности сосудов /К.Р. Таранцева, А.В. Тразанов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 1.*
5. *Очистка внутренней поверхности баллонов пульсирующим потоком дроби в кипящем слое/ К.Р. Таранцева, А.В. Тразанов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 2. – С. 146-152.*

УДК 504.052

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ В КАЧЕСТВЕ ИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ ПОЛИГОНА ТБО

© ***А.А. Горячева***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Р.А. Дярькин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Е.А. Полянскова***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

UTILIZATION WASTE OF SYNTHETIC RUBBERS AS THE INSULATING LAYER OF THE LANDFILL TBO

© ***A.A. Goryacheva,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*

© ***R.A. Dyar'kin,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*

© ***E.A. Polyanskova***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена проблеме утилизации отходов синтетических каучуков, подлежащих утилизации (ОСКУ), во вторичное сырьё. Темпы производства и потребления изделий из синтетических каучуков ежегодно увеличиваются, что влечёт за собой накопление значительных объёмов ОСКУ, уровень утилизации при этом остаётся низким. Между тем, выполнено научное обоснование утилизации ОСКУ в качестве изоляционного слоя для противофильтрационного экрана в основании полигонов твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: отходы синтетических каучуков, утилизация, изоляционный слой, полигон твердых бытовых отходов.

The article is devoted to the problem of waste synthetic rubber to be recycled (OSCU), into secondary raw material. The rate of production and consumption of products from synthetic rubbers increase annually, which leads to the accumulation of significant amounts of OSKU, the level of utilization remains low. Meanwhile, made the scientific rationale for the disposal OSKU as an insulating layer for anti-filtration screen at the base of the landfill waste.

Key words: waste synthetic rubber, recycling, insulating layer, the solid waste landfill.
E-mail: goryacheva.pgta@mail.ru; anc1961r@gmail.com; penza-ruslan@mail.ru

Применение разработанного в Пензенском государственном технологическом университете изоляционного материала из отходов синтетических каучуков (рис.1) в основании полигона для захоронения твердых бытовых отходов, взамен латекса, требует научно-технического обоснования. Для осуществления анализа необходима оценка отличающихся параметров, а именно номинально необходимых теоретических и полученных практическим путём результатов исследований [1, с. 966].

Рисунок 1 – Внешний вид разработанного изоляционного материала из ОСКУ

Проведенные исследования компонентных составов разработанных изоляционных материалов из продуктов переработки ОСКУ и латекса показали, что их физико-химические составы идентичны по основным компонентам практически на 95%, различия присутствуют в концентрациях (процентном содержании) тех или иных примесей.

Согласно ГОСТ Р ЕН 1928-2009 «Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие битумосодержащие и полимерные (термопластичные и эластомерные) метод определения водонепроницаемости», выполнены измерения водонепроницаемости образцов: изоляционного материала из продуктов переработки ОСКУ (размер 200х200х4 мм) и латекса (размер 200х200х4 мм). Образцы герметично укреплялись к основанию трубы диаметром 100 мм, образуя, цилиндр. В свою очередь, цилиндр устанавливался на сетку с диаметром ячеек 380 мм, между сеткой и образцами устанавливалась фильтровальная бумага. Затем, в цилиндр заливалась водопроводная вода, высота уровня которой составляла 300 мм от основания цилиндра, под давлением 0,3 Мпа. Ежесуточно проверялось наличие пятна на бумаге в течение 72 часов. Пятен воды обнаружено не было.

Согласно ГОСТ 4650-80 «Пластмассы. Методы определения водопоглащения», выполнены измерения водопоглащения в холодной воде. Подготовленные образцы изоляционного материала из продуктов переработки ОСКУ (размер 50х50 мм) и латекса (размер 50х50 мм) помещали в дистиллированную воду и выдерживали в течение 24 часов при температуре 23^0С. После этого образцы вынимались из воды и вытирали сухой тканью и через не более, чем 1 минуту взвешивались.

Физико-механические свойства образцов латекса и изоляционного материала (размерами 55х9х2 мм) оценивались согласно ГОСТ 270-75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении». Результаты отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение основных технических характеристик латекса и изоляционного материала из ОСКУ

Наименование материала	Водонепроницаемость, %	Водопоглащение, %	Предел прочности при разрыве, Мпа
Размеры образцов	200х200х4 мм	50х50 мм	55х9х2 мм
Латекс	100	1,0	15
Изоляционный материал из ОСКУ	100	1,5	19,5

Испытуемые образцы отличились по двум основным параметрам: пределу прочности при разрыве и водопоглащению. Нормативное водопоглащение образцов согласно методике не должно превышать 2%, в связи с этим, результаты измерений по данному параметру не подлежат обсуждению.

Результаты измерений прочности при разрыве показали, что предел прочности изоляционного материала из базовых компонентов резиновой крошки в сравнении с латексом выше на 23%.

В этой связи, можно сделать вывод о возможности использования продуктов переработки из отходов синтетических каучуков для основания полигона для размещения твердых бытовых отходов в качестве изоляционного материала, в том числе в качестве противофильтрационного экрана.

С эколого-экономической точки зрения земельные участки, напоминающие форму квадрата и позволяющие организовать максимальную высоту складирования отходов, являются наиболее «выигрышными» [3, с. 5].

Необходимая площадь земельного участка определяется путём разделения проектной вместимости полигона отходов на среднюю высоту складируемых отходов (с учётом уплотнения) [3, с. 6].

В свою очередь, устройство котлована на стадии проектирования планируется исходя из уровня залегания грунтовых вод (не менее 1 м от дна).

Расчёт площади земельного участка, необходимого для складирования твердых бытовых отходов осуществляется на основании необходимой вместительности полигона (от 10 до 3000 тыс. $м^3$/год), а также с учётом удельных нормативов образования и накопления твердых бытовых отходов на одного жителя [4, с. 35].

В настоящее время для устройства искусственных противофильтрационных экранов на грунтах, имеющих в естественном состоянии коэффициент фильтрации более 10^{-5} см/с (0,0086 м/сут.), предусматриваются четыре вида экранов: глиняный, грунтобитумный, латекс двухслойный и экран из полиэтиленовой пленки [3, с. 9].

Устройство противофильтрационных экранов для полигонов размещения отходов имеет ряд особенностей по способам укладки и обработки. При выборе способа укладки оцениваются изыскательские работы на предмет применения того или иного экрана. Немаловажными являются гидрогеологические особенности местности (уровень залегания грунтовых вод, вид грунта…) и климатические условия (температура, осадки…) [2, с. 259].

Таблица 2 – Характеристика экранов по размерному планированию

Наименование непроницаемого экрана	Толщина, мм	Материалы, укладываемые поверх основного слоя	Толщина, мм
Глиняный	не < 500	Грунт (планировочный)	200-300
Грунтобитумный	200-400	-	-
Латекс	300	Песчаный грунт Мелкозернистый грунт	400 500
Полиэтиленовая пленка, стабилизированная сажей	200	Крупнозернистый песок	400

Например, грунтобитумный экран обрабатывается органическими вяжущими веществами, отходами нефтепереработки или двойной битумной пропиткой. При устройстве двухслойного экрана из полиэтиленовой пленки может устраиваться дренажный слой из крупнозернистого песка. Дренажный слой устраивается на случай аварийных ситуаций и контроля выхода фильтрата [5, с. 19].

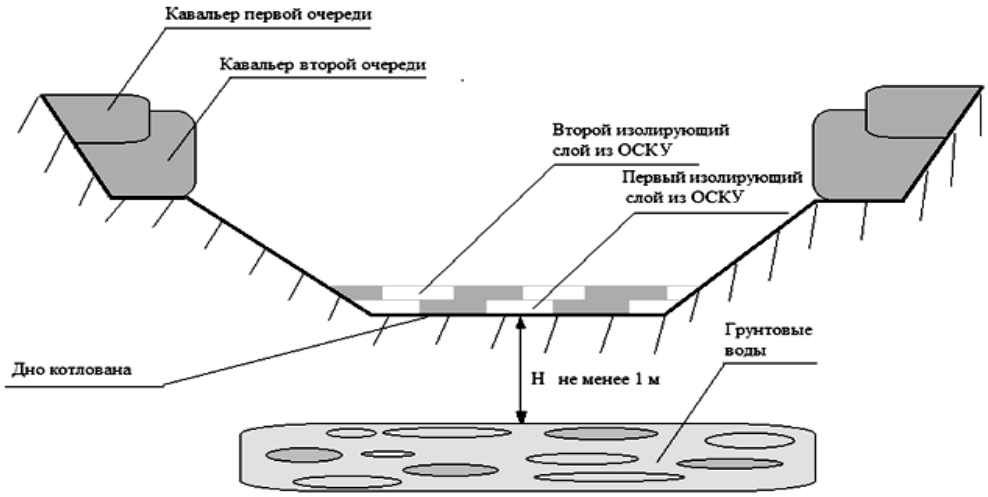


Рисунок 2 – Схема устройства котлована полигона для размещения твердых бытовых отходов с изоляционными слоями из ОСКУ

Как видно из рисунка 2, размещение изоляционного грунта, полученного при планировании котлована, состоит из кавальеров по периметру полигона – первой и второй очереди.

Для обеспечения равномерного распределения фильтрата по всей площади, дно котлована полигона отходов устраивается в горизонтальном положении. Не маловажным является рельеф местности, который может повлиять на количество рабочих карт и подъездных путей для мусоровозов и соответственно расположения коммуникаций, зданий и сооружений [6, с. 3].

Одним из основных технологических решений по устройству изоляционного слоя в основании полигона отходов, является монтаж дна котлована из изолирующих материалов размером 1,2х1,2 м (рис. 3).

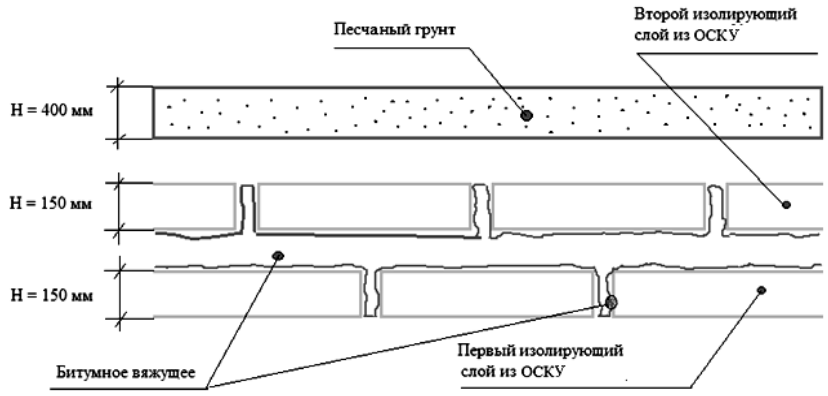


Рисунок 3 – Схема укладки изоляционных слоев для основания полигона твердых бытовых отходов

Способ укладки представляет собой несколько стадий:

1) укладка первого слоя толщиной 150 мм;

2) пролив швов и поверхности первого слоя битумным вяжущим веществом [3, с. 10];

3) укладка второго слоя толщиной 150 мм;

4) пролив швов битумным вяжущим веществом;

5) устройство песчаного грунта толщиной 400 мм.

Вышеприведенное технологическое решение принято для полигона размещения твердых бытовых отходов ёмкостью 10 тыс. м^3/год. Для полигонов отходов, вместимостью свыше 10 тыс. м^3/год, возможно дополнительное устройство изоляционных слоёв основания полигона из продуктов переработки ОСКУ над предыдущим слоем по аналогии второй стадии, соответственно. Данные решения принимаются при расчётной необходимости.

Способы устройства котлованов для других типов и видов полигонов регламентируются Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов.

Список литературы

1. *Горячева А.А., Дярькин Р.А. Эколого-экономическая оценка утилизации резинотехнических отходов во вторичное сырье. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – С. 963-967.*
2. *Жакупаева С.Т. Повышение уровня экологической безопасности полигонов твердых бытовых отходов в Республике Казахстан. // Молодой ученый. – 2013. – № 6. – С. 257-260.*
3. *Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. // www.docload.ru. – 2014.*
4. *Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. // – М.: Издательство «Наука». – 1993. С. 34-36.*
6. *Чертес К.Л., Быков Д.Е., Тупицына О.В. и Ендураева Н.Н. Единый полигон для размещения отходов. // Экология и промышленность России. – сентябрь. – 2002. – С. 18-19.*
7. *Чертес К.Л., Быков Д.Е., Слащук И.А. Комплексное размещение отходов промышленного мегаполиса. // Экология и промышленность России – февраль. – 2003. С. 2-6.*

УДК 504.062

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ В ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

© ***А.А. Горячева****, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Р.А. Дярькин****, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Е.А. Парфенова****, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR UTILIZATION WASTE SYNTHETIC RUBBER IN INSULATION MATERIALS

© ***A.A. Goryacheva,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*

© ***R.A. Dyar'kin,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*

© ***E.A. Parfenova,*** *Penza state technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена поиску оптимальных технологических параметров, необходимых для наиболее эффективной утилизации отходов синтетических каучуков (ОСКУ). Проведенные теоретические и практические экспериментальные исследования образцов гидроизоляционных материалов по критериям изготовления и измельчения ОСКУ, позволили выявить и установить номинальные требования к технологическим процессам утилизации ОСКУ.

Ключевые слова: отходы синтетических каучуков, механическое измельчение, формование, оптимизация параметров процесса.

The article is devoted to the search of optimal technological parameters necessary for the most effective utilization of waste synthetic rubber (OSCU). Theoretical and practical experimental research designs waterproofing materials according to the criteria of manufacturing and grinding OSCU, helped to identify and establish the nominal requirements for technological processes of disposal OSCU.

Keywords: waste of synthetic rubbers, mechanical grinding, shaping, optimization of process parameters.

E-mail: goryacheva.pgta@mail.ru; anc1961r@gmail.com; penza-ruslan@mail.ru

Высококачественный изоляционный материал должен обладать установленным набором свойств: прочностью, надёжностью, высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям, экологической безопасностью, эстетичностью, лёгкостью монтажа и демонтажа, не сложностью эксплуатации и длительным сроком службы [2, с. 53].

Предлагаемый технологический процесс изготовления изоляционных материалов, складывается из следующих основных производственных операций:

1) подготовка отходов синтетических каучуков к утилизации;

2) загрузка одного или нескольких видов (типов) ОСКУ в бункер;

3) измельчение ОСКУ, с получением базовых и сопутствующих компонентов;

4) укладка базовых компонентов резиновой крошки из ОСКУ в формы;

5) прессование при установленных параметрах (температура и давление);

6) разрез и упаковка изоляционных материалов из ОСКУ.

Описание установленных технологических параметров приводятся ниже. Подбор оборудования осуществлялся исходя из результатов производственной апробации и из литературных источников.

Технологическая схема линии по изготовлению изоляционных материалов из ОСКУ, представлена на рисунке 1.

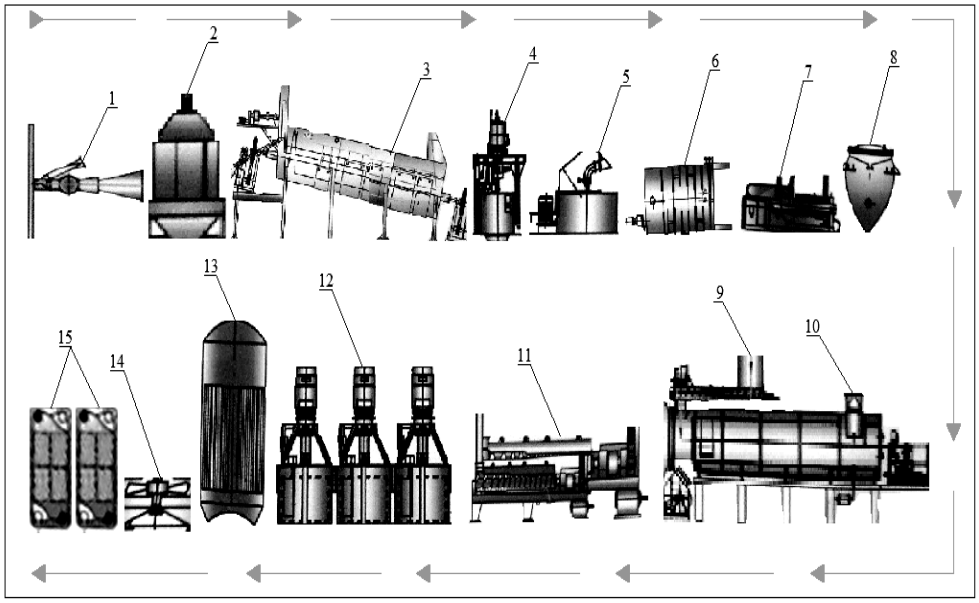


Рисунок 1. Технологическая схема линии по изготовлению изоляционных материалов из ОСКУ (1 – участок подготовки; 2 – бункер загрузки; 3 – ножевая многокаскадная дробилка; 4 – молотковая дробилка; 5 – тонкодисперсный измельчитель; 6 – гравитационный сепаратор; 7 – магнитный сепаратор; 8 – накопитель для сопутствующих компонентов; 9 – вибросито; 10 – фасовочный бункер; 11 – участок подготовки связующих; 12 – система миксеров и укладки базовых компонентов; 13 – участок спекания; 14 – участок разреза; 15 – участок выхода полотна)

На участке подготовки (1) отходов синтетических каучуков происходит их очищение от посторонних включений (мусора) при помощи мини мойки (мощностью 13-15 Мпа). Посторонние включения удаляются в герметичные контейнеры, ёмкостью от 0,75 до 1,5 м^3 для последующей утилизации или временного накопления. Затем ОСКУ сортируются по видам, типу и размерному ряду. После подготовительного периода ОСКУ погружаются в бункер загрузки (2), ёмкостью 7 м^3. После загрузки, ОСКУ поступают в установку предварительного механического измельчения - многокаскадную ножевую дробилку *(3)*, в которой происходит последовательное размельчение до кусков размером 110х70х20 мм. Мощность дробилки составляет 28 кВт. Размельчённые куски отходов синтетических каучуков направляются в молотковую дробилку *(4)*, где происходит их доизмельчение до наиболее меньших размеров 15х25 мм. Мощность дробилки составляет 5 кВт.

При дроблении, обрабатываемая в молотковой дробилке масса разделяется на резину, лом легированной стали, текстиль и другие сопутствующие компоненты [4, с. 168]. Далее более крупные фракции ОСКУ подаются в тонкодисперсный измельчитель *(5)*. Мощность измельчителя составляет 5 кВт.

На этой стадии обработки происходит параллельное отделение остатков сопутствующих компонентов (пластика, текстиля, кожи, металла) при помощи гравитационного сепаратора *(6)*, с различным процентным содержанием компонентов по выходу, в зависимости от видов и типов ОСКУ. Мощность гравитационного сепаратора составляет 1,5 кВт. Металлические компоненты

отделяются при помощи магнитного сепаратора *(7)*, представляющего собой магнитную конвейерную ленту. Сопутствующие компоненты удаляются в накопитель *(8)*. В свою очередь, очищенный каучук подаётся на вибросито *(9)* для разделения порошка на фракции – базовые компоненты продуктов переработки ОСКУ (резиновая крошка фр. 0,5…1,2 мм; фр. 1,2 …2,2 мм и фр. 2,2…3,2 мм, направляемые в фасовочный бункер *(10)*. Исследования размерного ряда кожи, пластика и других сопутствующих компонентов не выполнялись. Сопутствующие компоненты отправляются в герметичные контейнера временного накопления, ёмкостью 0,75 м^3 [5, с. 97].

Общая масса отходов синтетических каучуков после переработки разбивается на полезные и бесполезные продукты.

В результате механического трёхстадийного измельчения, получается выход продуктов переработки (полезных и бесполезных) продуктов в следующих отношениях: резинового порошка (60-70 масс.%); лома легированной стали (20-30 масс.%) и сопутствующих компонентов (10-20 масс.%), в зависимости от загружаемых видов ОСКУ. Выход бесполезных продуктов после измельчения ОСКУ зависит от энергоёмкости и степени переработки, т.е. чем меньше будет энергоёмкость и степень переработки, тем больше будет выход бесполезных продуктов.

На участке подготовки связующих *(11)*, ведётся работа по розливу и дозировке экологически безопасного полиуретанового клея для отправки в систему миксеров и укладки базовых компонентов резиновой крошки *(12)*. Здесь происходит открытое перемешивание базовых компонентов, до стадии полноценного распределения клея по удельной поверхности каждой крошки (10-15 мин). Предлагаемый изоляционный материал [5, с. 98] состоит из трёх слоев общей толщиной от 20 до 150 мм в зависимости от его предназначения. Первый, второй и третий слой изоляционного материала состоят из прессованных базовых компонентов резиновой крошки из ОСКУ фр. 2,2…3,2 мм, фр. 1,2…2,2 мм и фр. 0,5…1,2 мм соответственно (рис. 2).

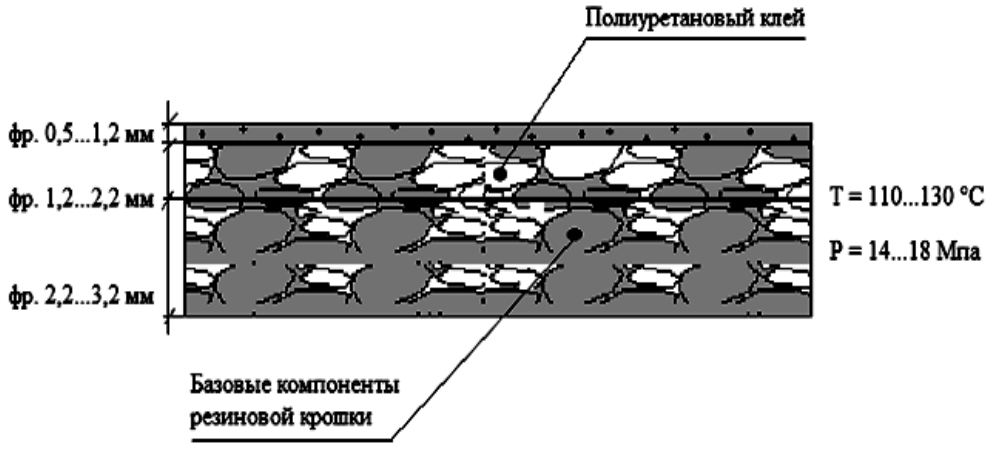


Рисунок 2. Внешний вид строения изоляционного материала

На участке спекания *(13)*, осуществляется совместное прессование указанных базовых компонентов, при установленной температуре 110 -130 °C

(на протяжении 7-9 мин) и давлении 14..18 Мпа. В качестве пресса используется вальцовая установка усилием 20000 кН/м^2 [3, с. 88].

На участке разреза *(14)* осуществляется отделение формовочных материалов друг от друга при помощи резака. Размеры материала зависят от способов формования. Для удобства монтажа и транспортировки рекомендуемые автором размеры составляют 1,2х1,2 м. На участке выхода полотна *(15)* проводятся работы по упаковке и отгрузке материала, при помощи гидравлического манипулятора.

Таким образом, основным сырьевым базовым компонентом ресурсосберегающего (изоляционного) материала, является резиновая крошка из ОСКУ различных фракций. В качестве связующего, для базовых компонентов резиновой крошки из отходов синтетических каучуков, предлагается полиуретановый клей марки TOP-UR-E-PVC. [1, с.352] Предложенный ресурсосберегающий (изоляционный) материал рекомендуется в качестве основного слоя для полигона отходов, в том числе, в виде противофильтрационного экрана.

Проведенные исследования и полученные графические зависимости (рис. 3-4.) позволяют установить функциональную связь $p = f(P, T, K_{св})$.

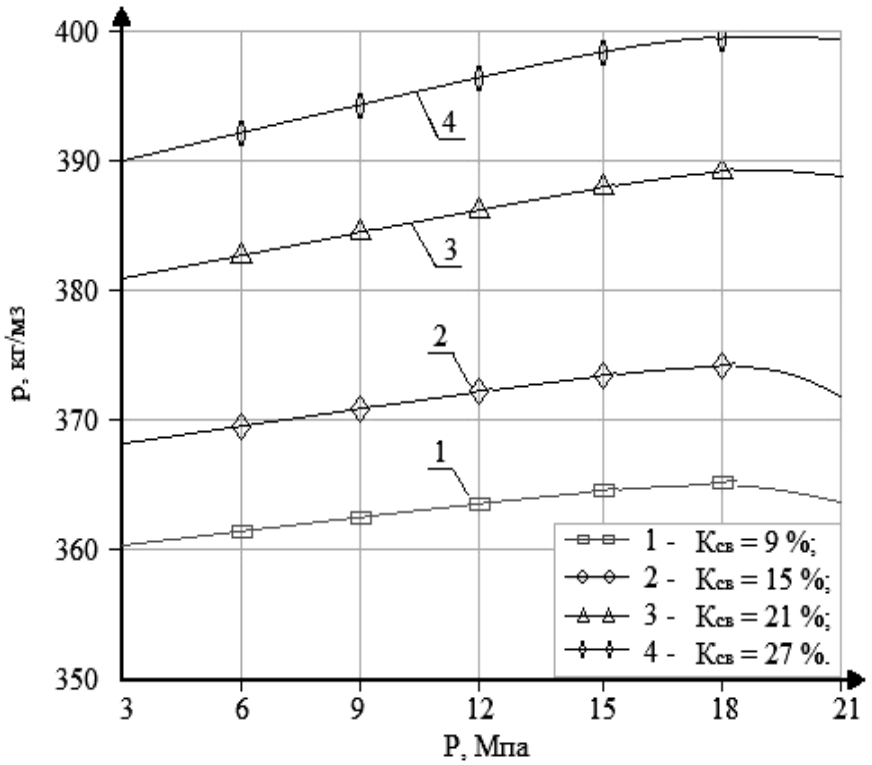


Рисунок 3. Графическая зависимость изменения плотности ρ изоляционного материала от давления прессования P, при изменении концентрации связующего $K_{св}$.

При изменении давления прессования с P = 5 - 20 Мпа и необходимом содержании полиуретанового связующего $K_{св}$ = 9 – 27 %, функциональная зависимость подчинялась закону «кривых уплотнения», т.е. наблюдался минимальный прирост плотности материала при незначительных показателях

давления прессования и значительный прирост плотности материала при более высоких показателях давления.

При уменьшении концентрации полиуретанового связующего и давления прессования, наблюдалось повсеместное снижение плотности исследуемых материалов (рис.3), это объясняется увеличением объёма спрессованных базовых компонентов резиновой крошки из ОСКУ, как следствие, это приводит к уменьшению плотности при установленной прессованной массе.

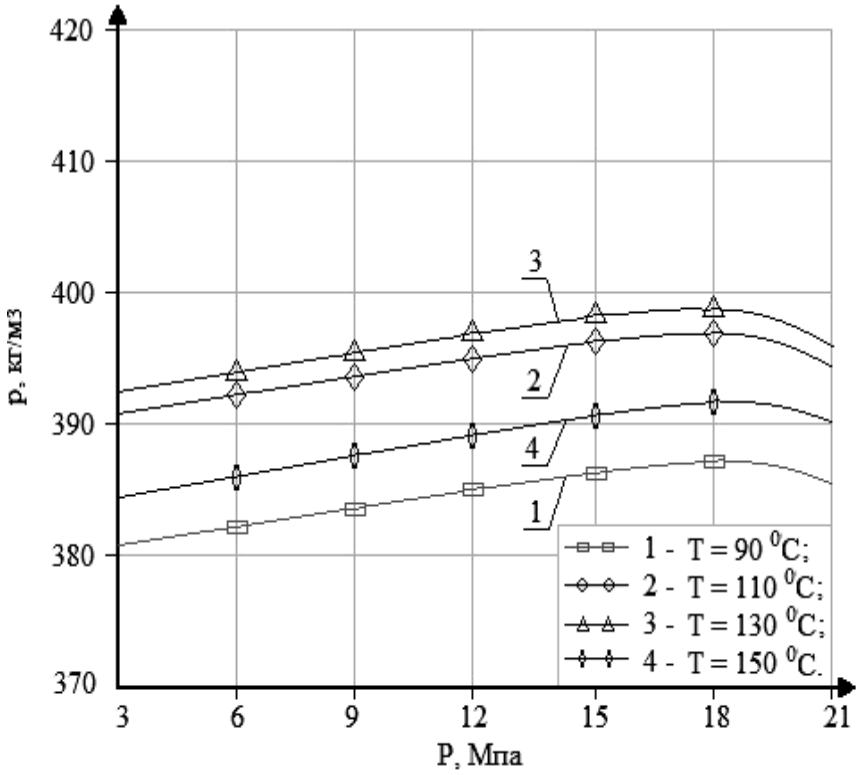


Рисунок 4. Графическая зависимость изменения плотности ρ изоляционного материала от давления прессования P, при изменении температуры T.

При давлении (в диапазонах P = 18-19 Мпа) и увеличении температуры (в диапазонах T = 110…130^{0}С), наблюдалось увеличение плотности изоляционного материала (в диапазонах p = 396-398 кг/м^3) (рис. 4). Однако, при увеличении температуры (в диапазонах T = 130…150^{0}С), наблюдалось снижение плотности изоляционного материала до (p = 393 кг/м^3). По мнению авторов, это обусловлено более благоприятными условиями перераспределения связующего и уменьшением вязкости консистенции.

Очевидно, что давление прессования P и содержание полиуретанового связующего $K_{св}$, являются приоритетными параметрами, обеспечивающими максимальную прочность материалов.

Исходя из различных режимов формования, определены оптимальные технологические параметры изготовления изоляционного материала: давление прессования P = 18 Мпа, температура T = 130 ^{0}С, концентрация связующего $K_{св}$ = 27 %, время формования τ = 9 мин. Расход компонентов на 1 м^2 для приготовления одной плиты материала (толщиной 4 мм) при заданных условиях

составит: 5 кг базовых компонентов из ОСКУ и 1,35 кг полиуретанового связующего.

Качественным показателем разработанного материала из ОСКУ, является его долговечность, что позволяет использовать изоляционный материал по прямому предназначению – в основании полигона для размещения твердых бытовых отходов.

Список литературы

1. *Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – Четвёртое издание, переработанное и дополненное. - М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.*
2. *Гончарук Г.П., Каменщиков А.И., Крючков А.Н. Создание материалов на основе термопластов и дисперсных вторичных резин. // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции «Качество и ресурсосберегающая технология в резиновой промышленности». Ярославль, 1991. – 227 с.*
3. *Горшков В.С., Кац Б.И., Глотова Н.А. Применение отходов синтетических каучуков и латексов в производстве полимерных строительных материалов. – М.: ВНЗШЭСМ, 1986. – № 2. – 112 с.*
4. *Горячева А.А., Дярькин Р.А. Экологическое моделирование утилизации резинотехнических отходов. // Молодой ученый. – 2013. – № 8. – С. 167 – 169.*
5. *Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Материалы из резиновых и каучуковых отходов. // Строительные материалы из отходов. – М.: Издательство «Феникс», 2007. – С. 95-99.*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, ЭКОЛОГИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЕ

УДК 681.31-181.48

ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В МОНИТОРИНГЕ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

© ***И.А. Прошин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***Р.Д. Прошина***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***П.В. Сюлин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

THE INDICATOR OF ENVIRONMENTAL CONDITION IN MONITORING OF GALVANIC PRODUCTION WASTEWATERS

© ***I.A. Proshin***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***R.D. Proshina***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***P.V. Siulin***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Введён комплекс индикаторов и проведены их исследования на примере сточных вод с использованием компонентных портретов экологического состояния.

Ключевые слова: индикатор состояния, компонентный портрет, метод, мониторинг, риск, экология, экологическая безопасность, экологическое состояние.

Introduced a set of indicators and carried out their studies in wastewater using portraits of the ecological state of the component.

Key words: status indicator, component portrait, method, monitoring, risk, ecology, environmental safety, ecological condition.

E-mail: proshin.Ivan@inbox.ru

В настоящее время для оценки экологического состояния природно-технических систем (ПТС) применяют множество различных показателей, большинство из которых вычисляют с использованием предельно допустимых концентраций (ПДК) c_i. Наиболее широко используемые из них, находят для текущих абсолютных значений концентраций компонент x_i ПТС, через относительную концентрацию $\delta_i = x_i / c_i$ [1 – 7].

Унифицированный показатель качества (УПК) воды определяется суммой наибольших относительных концентраций вредных веществ по n-компонентам

$$W = \sum_{i=1}^{n} \delta_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{c_i}.$$

Как правило в состав воды, атмосферы, почвы входят множество загрязняющих веществ. При оценке комбинированного действия смеси веществ на основе ПДК устанавливают лимитирующий (минимальный из всех перечисленных значений) показатель вредности по наиболее чувствительному

компоненту. Нахождение, например, в питьевой воде нескольких химических соединений, относящихся к 1 и 2 классам опасности и нормируемых по одному и тому же признаку вредности, обуславливает необходимость оценки суммы относительных концентраций, верхний предел которой ограничен единицей [СанПиН 2.1.5.980-00] (формула Аверьянова):

$$\frac{x_1}{c_1}+\frac{x_2}{c_2}+\ldots+\frac{x_n}{c_n}=\sum_{i=1}^{n}\frac{x_i}{c_i}=\sum_{i=1}^{n}\delta_i\le 1.$$

В практике комплексной экологической оценки производственных объектов находит применение коэффициент безотходности

$$K_{\text{Б}}=\psi\left(K_{\text{Э}},K_{\text{Р}}\right), \tag{1}$$

вычисляемый на основе коэффициента экологичности производства

$$K_{\text{Э}}=k_a\cdot k_в\cdot k_n \tag{2}$$

и коэффициента полноты использования ресурсов

$$K_{\text{Р}}=\frac{\text{Р}-\text{О}}{\text{Р}}. \tag{3}$$

Здесь в формулах (1) – (3) k_a, $k_в$, k_n – коэффициенты соответствия экологическим требованиям для атмосферы, водных объектов, почвы; Р – количество используемых ресурсов основного и вспомогательного производства, т/год; О – количество отходов, включая отбросы и потери, производства, т/год.

Агрегирование информации по контролируемым компонентам ПТС проводят на основе коэффициента соответствия экологическим требованиям, вычисляемого по формуле

$$K=1-\sum_{i=1}^{n}\frac{x_i-c_i}{c_i}\cdot\frac{x_i}{c_i}$$

или в относительных величинах

$$K=1-\sum_{i=1}^{n}\left(\delta_i-1\right)\delta_i\,. \tag{4}$$

Количественную оценку измеренного показателя δ при известных её максимальном $\delta_{\max}$ и минимальном $\delta_{\min}$ значениях в [7] предлагается проводить на основе индикаторов состояния (ИС), вычисляемых по формуле

$$\chi=\frac{\left(\delta-\delta_{\max}\right)\left(\delta-\delta_{\min}\right)}{\delta_{\max}-\delta_{\min}}. \tag{5}$$

Проанализируем рассмотренную совокупность показателей (1) – (5) с позиций возможности их комплексирования с учётом современных информационных технологий, принципов генерализации [4;5] и экоинформатики [8, 9], методов и механизмов построения интегрированных комплексов мониторинга, обработки информации, контроля и управления [10 – 20].

Характер изменения коэффициента, вычисляемого на основе (4), отражает рисунок 1.

Коэффициент соответствия экологическим требованиям (4) приемлем

для компонент, ограниченных верхним предельным значением. Он изменяется в зависимости от исходного показателя по убывающей квадратичной зависимости.

При этом на интервале изменения исходного показателя от 0 до предельно-допустимой величины он не меньше единицы и имеет максимальное значение $K_{\max} = 1 - (\delta_i - 1)\delta_i = 1 - (0{,}5 - 1)0{,}5 = 1{,}25$ при $\delta_i = 0{,}5$.

Отметим, что в данном случае максимальное значение коэффициента не соответствует идеальной системе. Большие значения коэффициент имеет при значениях, равных половине предельно-допустимого значения, что противоречит принципам экологической генерализации [4, 5]. Для значений показателя, равных ПДК, он равен также как и для идеальной системы единице.

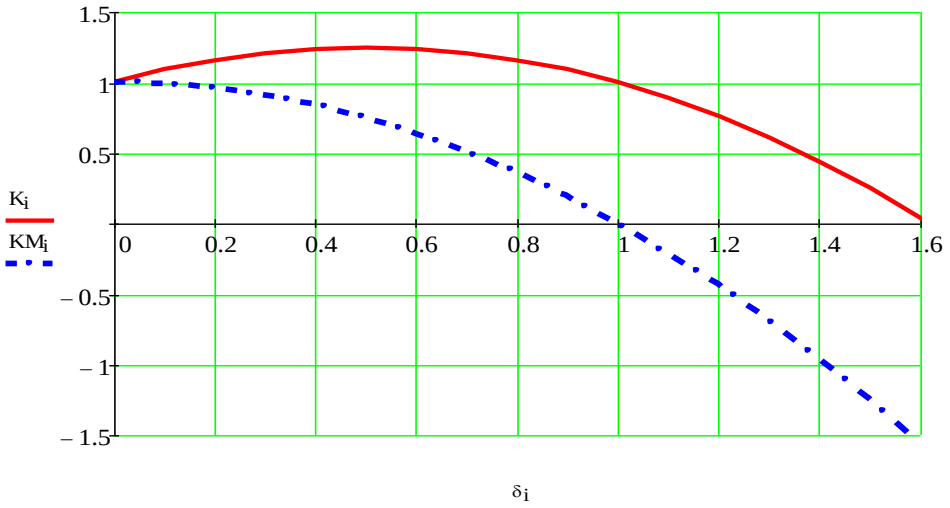


Рисунок 1 – Коэффициент соответствия экологическим требованиям

С целью устранения указанных недостатков введём для каждой компоненты модифицированный коэффициент соответствия экологическим требованиям (на рис. 1 пунктирная линия)

$$K_i = 1 - \delta_i^2. \qquad (6)$$

Зависимость (6) полностью соответствует требованиям соответствия области допустимых значений индикатора [1] положительным значениям, ограниченным единицей $K_i \in [0, 1]$. Значение $K_i = 1$ определяет идеальную систему по этому показателю, значение $K_i = 0$ – предельно-допустимую величину. Область $K_i \in (-\infty, 0]$ устанавливает область превышения показателем предельно-допустимых значений.

Анализ второго индикатора проведём по зависимостям индикатора $\chi_i = f(\delta_i)$, построенным по формуле (5) для различных значений показателей δ_i и показанным на рисунке 2 для двух групп предельных значений: $\delta_{\max} = 8.5$, $\delta_{\min} = 6.5$ и $\delta_{\max} = 9$, $\delta_{\min} = 6$.

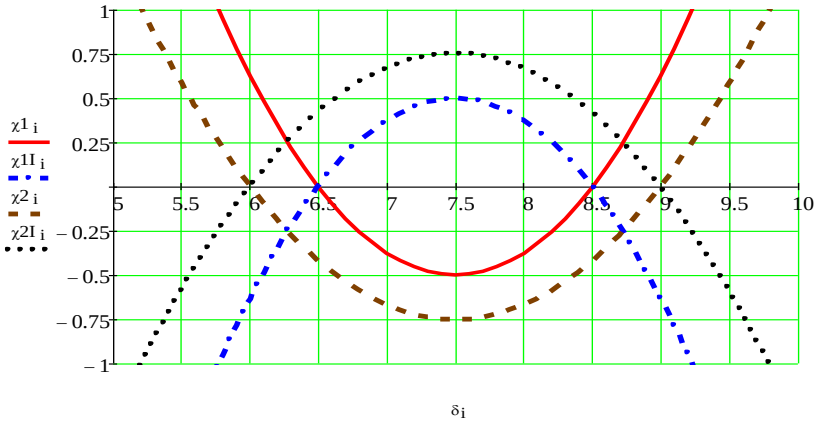


Рисунок 2 – Зависимости индикатора $\chi_i = f(\delta_i)$

Как следует из математической зависимости (5) и видно из графиков, на интервале изменения исходного показателя $\delta \in [\delta_{min}, \delta_{max}]$ показатель χ принимает отрицательные значения с экстремумом в середине интервала. При этом величина экстремума зависит от предельных значений исходного показателя: максимального δ_{max} и минимального δ_{min}. За пределами интервала $\delta \in [\delta_{min}, \delta_{max}]$ показатель χ положителен. Изменение знака в формуле (5) позволяет перевести интервал изменения индикатора для допустимых значений в положительную область. Однако остаётся зависимость величины индикатора от предельных значений показателя.

С целью приведения данного показателя к области значений $\chi \in (-\infty, 1]$ введём в формулу (5) нормирующий коэффициент и изменим знак на противоположный, получим математическую модель модифицированного показателя

$$\chi = \frac{\gamma(\delta_{max} - \delta)(\delta - \delta_{min})}{\delta_{max} - \delta_{min}}. \qquad (7)$$

Определим в формуле (7) нормирующий коэффициент γ, который равен обратной величине от показателя χ для значения $\delta 0$, равного середине интервала

$$\delta 0 = \frac{\delta_{max} + \delta_{min}}{2}. \qquad (8)$$

Подставим значение $\delta 0$ из формулы (8) в (7) и найдём нормирующий коэффициент

$$\gamma = \frac{\delta_{max} - \delta_{min}}{(\delta_{max} - \delta 0)(\delta 0 - \delta_{min})} = \frac{\delta_{max} - \delta_{min}}{\left(\delta_{max} - \frac{\delta_{max} + \delta_{min}}{2}\right)\left(\frac{\delta_{max} + \delta_{min}}{2} - \delta_{min}\right)} =$$

$$= \frac{4(\delta_{max} - \delta_{min})}{(\delta_{max} - \delta_{min})^2} \quad \Rightarrow \quad \gamma = \frac{4}{(\delta_{max} - \delta_{min})} \qquad (9)$$

Подставим полученное значение нормирующего коэффициента (9) в формулу (7) и получим формулу для вычисления модифицированного показателя χ

$$\chi=\frac{4\left(\delta_{max}-\delta\right)\left(\delta-\delta_{min}\right)}{\left(\delta_{max}-\delta_{min}\right)^2}. \qquad (10)$$

Анализ формулы (10) для модифицированного показателя и рисунка 3, на котором показаны зависимости этого индикатора от исходных показателей, позволяет сделать вывод о том, что область значений этого ИС соответствует заданной $\chi\in\left(-\infty,\,1\right]$ и не зависит от граничных значений интервала исходных показателей. Для идеальной системы синтезированный ИС принимает значение, равное единице. Для значений исходного показателя, соответствующих заданному интервалу $\delta\in\left[\delta_{min},\delta_{max}\right]$, он изменяется от нуля до единицы по квадратичной зависимости. На границах интервала χ равно нулю. Для значений δ, не принадлежащих заданному интервалу, предлагаемый ИС отрицателен и также меняется в функции исходного показателя по квадратичной зависимости. Полученный таким образом индикатор χ (10) превосходит исходный (7) по возможности его интеграции с другими показателями, например с коэффициентом соответствия экологическим требованиям (4).

Оба индикатора (4) и (10), хотя и определяют разнородные показатели с различающимися областями значений, полностью соответствуют друг другу и могут интегрироваться в единые индикаторы и индексы.

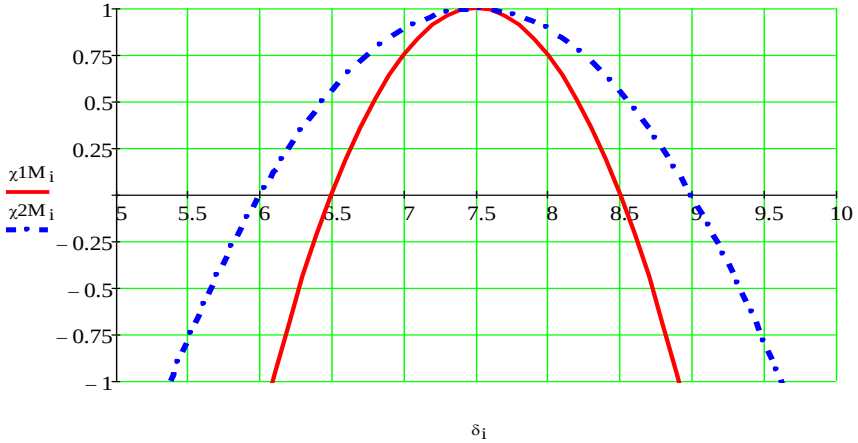


Рисунок 3 – Зависимости индикатора $\chi_i=f\left(\delta_i\right)$ для (10)

Взаимосвязь полученных индикаторов χ с индикатором состояния η [1] задаётся следующими выражениями

$$\chi=2\eta-\eta^2;\qquad \eta=1-\sqrt{1-\chi}\,. \qquad (11)$$

В таблице 1 приведены результаты расчёта по формулам (10) – (12) синтезированных ИС для химического состава сточных вод, поступающих на очистные сооружения ООО “Завод–Новатор” [2], а на рисунке 4 показаны их компонентные портреты (КП).

Таблица 1 – Химический состав сточных вод, поступающих на очистные сооружения ООО "Завод–Новатор"

№	Ингредиент	Ед. изм.	ПДК	x_i	η_i, отн.	χ_i, отн.	$\chi_i = e^{\alpha(\eta_i - 1)}$	$R_i = 1 - \chi_i$
1	Водородный показатель	pH	6,5 –8,5	8,2	0,3	0,51	0,497	0,503
2	Сульфаты	мг/л	500	71,3	0,857	0,98	0,867	0,133
3	Сухой остаток	мг/л	1000	508	0,492	0,742	0,602	0,398
4	Взвешенные вещества	мг/л	0,25	930	–3719	$-1{,}384 \cdot 10^{7}$	0	1
5	Никель	мг/л	0,1	0,3	–2	–8	0,05	0,95
6	Медь	мг/л	1,0	0,1	0,9	0,99	0,905	0,095

Сравнительный анализ компонентных портретов (рисунок 4) показывает, что более наглядным и удобным для анализа является КП в пространстве компонент вектора $\overline{\eta}$, поскольку индикаторы состояния η_i связаны с исходными показателями линейной зависимостью [1-3], а отрезки компонентных линий здесь прямо пропорциональны уровню безопасности.

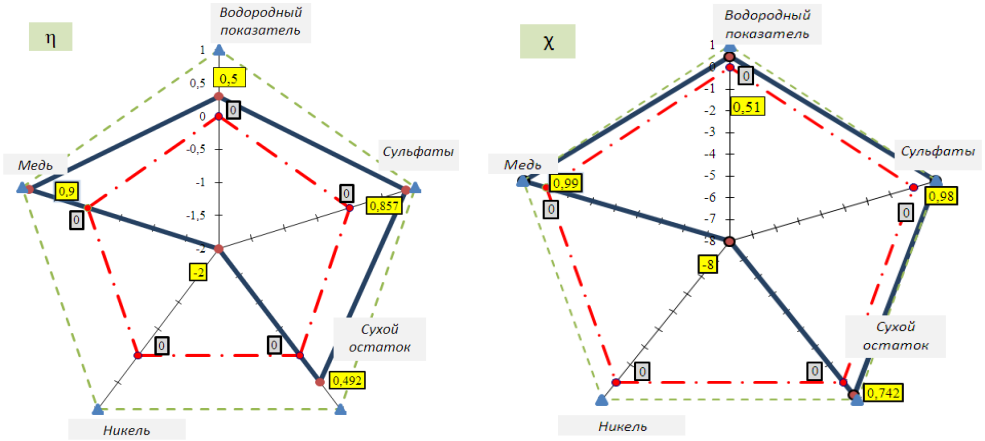


Рисунок 4 – Компонентные портреты индикаторов состояния химического состава сточных вод в пространстве компонент вектора $\overline{\eta}$ и $\overline{\chi}$

Границы области значений отдельных компонент на КП определяются значением индикатора состояния для идеальной системы, равным единице (внешний контур) и наименьшим значением индикатора (точка в центре). Отметим, что размеры внутренней области (области экологической опасности) на компонентных портретах (рис.4) определяются минимальным значением наименьшего ИС.

Вычисление индикаторов экологической безопасности (ИЭБ) μ и экологического риска (ИЭР) R в области значений [0,1] через введённый индикатор χ может быть выполнено по формулам

$$\mu = e^{\sqrt{1-\chi}}; \qquad R = 1 - \mu = 1 - e^{\sqrt{1-\chi}}. \qquad (12)$$

На рисунке 5 показаны КП химического состава сточных вод в пространстве индикаторов μ и R, вычисленных по формулам (12).

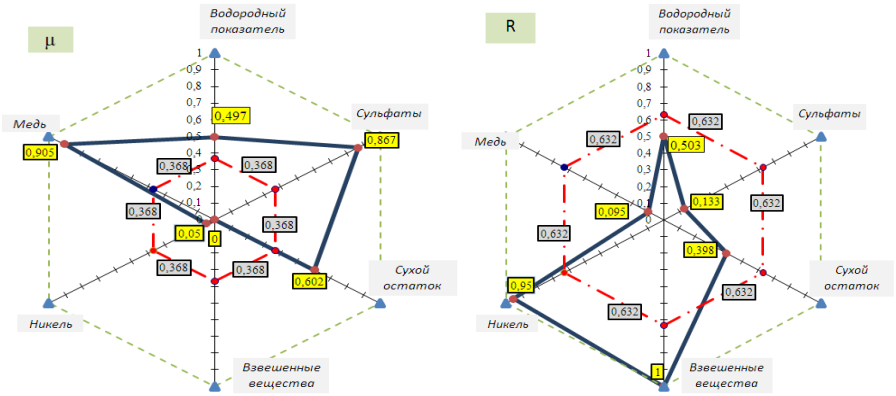


Рисунок 5 – Компонентные портреты индикаторов состояния химического состава сточных вод в пространстве компонент вектора $\bar{\mu}$ и $\bar{R}$

Компонентный портрет в пространстве индикатора экологической безопасности μ (КПЭБ) отражает допустимые значения показателей в области [0,368, 1] (область экологической безопасности) и недопустимые значения в области [0, 0,368] (область экологической опасности). КП в пространстве индикатора экологического риска R (КПЭР), напротив, воспроизводит допустимые значения ИС в области [0, 0,632] (область допустимого экологического риска) и недопустимые значения риска [0,632, 1] (область экологического риска). Сумма этих индикаторов по каждой компоненте равна единице $\mu+R=1$. Следовательно, компонентные портреты КПЭБ и КПЭР взаимно дополняют друг друга. Оба этих портрета построены по всем шести компонентам (табл. 1).

Достоинство ИЭБ и ИЭР и их портретов состоит в том, что они обеспечивают анализ экологической безопасности в области значений [0, 1], которая инвариантна к изменениям значений отдельных компонент. Вместе с тем, взаимосвязь этих ИС с исходными показателями нелинейная (12), что усложняет качественный анализ состояния природно-технических систем.

Таким образом, для оценки экологического состояния окружающей среды введена система индикаторов экологического состояния, получены выражения для их вычисления (6), (10) – (12), проведён анализ возможностей применения ИС на примере оценки экологического состояния сточных вод (табл. 1). Предложен и проиллюстрирован метод построения компонентных портретов экологического состояния в пространстве введённых ИС, состоящий в представлении экологического состояния объекта в едином пространстве ИС с отражением областей экологического совершенства (безопасности, допустимого риска) и области экологической опасности (недопустимого экологического риска), позволяющий проводить комплексный анализ и оценивать относительный запас степени экологической безопасности. Введённый комплекс ИС и разработанные КП обеспечивают однозначную оценку экологических свойств и расширение возможностей мониторинга ПТС, проведения их комплексного анализа без

трудоёмких расчётов в едином пространстве экологических состояний для неоднородных групп показателей, являются эффективным средством обеспечения наглядности отображения и оценивания информации об экологической безопасности разнородных многокомпонентных систем, действенным инструментом повышения оперативности принятия решений и управления природно-техническими системами.

Список литературы

1. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Оценка экологической безопасности многокомпонентных систем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 144 – 156.*
2. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Оценка качества сточных вод в пространстве вектора экологической безопасности // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 183 – 190.*
3. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Компонентный портрет экологической безопасности // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 6. – С. 151–154.*
4. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Сюлин П.В. Принципы генерализации в формировании системы информационных индикаторов экодинамики // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 215 – 219.*
5. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Сюлин П.В. Принципы генерализации в системном экологическом мониторинге // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 225 – 232.*
6. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Система информационных индикаторов в оценке экологического состояния атмосферы // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 242 – 253.*
7. *Яйли Е.А. Научно-методические и прикладные аспекты оценки и управления урбанизированными территориями на основе инструмента риска и новых показателей качества окружающей среды. – СПб.: РГГМУ, 2006. – 444 с.*
8. *Чернавский Д.С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации/ Изд.4/ Синергетика: от прошлого к будущему. №13 / Предисл. и послесл. Г.Г. Малинецкого. – М.: URSS, 2013. – 304 с.*
9. *Крапивин В. Ф., Кондратьев К. Я. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика. – С.-Петербург: СПб НЦ, 2002. – 724 с.*
10. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Методика научных исследований экосистем // Экологические системы и приборы. – 2013. – № 12. – С. 26–32.*
11. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Концепция построения интегрированных комплексов сетевых автоматизированных лабораторий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – №5(2). – С. 527–530.*
12. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Программная платформа для построения интегрированного комплекса сетевых автоматизированных лабораторий (ИКСАЛ) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009 .– Т.11. – № 5-2. – С. 531-536.*
13. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Интегрированный электромеханический комплекс // В мире научных открытий. – 2010.– № 4-8. – С. 27-30.*
14. *Прошин, Д.И. Подготовка высококвалифицированных кадров для предприятий машиностроения по вектору знаний (статья) // Известия*

Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. № 1 – 3. – С. 727 – 731.
15. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д., Сюлин П.В. Управление образовательным процессом подготовки кадров для машиностроения по вектору знаний (статья) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. № 1(2). – С. 705 – 708.*
16. *Прошин И.А., Сюлин П.В., Таранцев К.В. Системная организация научных исследований экосистем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 02(06). – С. 166– 170.*
17. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Структурно-параметрический синтез математических моделей объектов исследования по экспериментальным данным // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: "Морская техника и технология". – 2009. – №1. – С. 110–115.*
18. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Построение математических моделей в задачах обработки экспериментально-статистической информации / Известия Самарского научного центра РАН. Авиационно-космическое машиностроение. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. Т.14 –№1(2) – С. 425-428.*
19. *Прошин И.А., Прошина Р.Д., Сюлин П.В. Методика структурно-параметрического синтеза математических моделей экосистем. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 47 – 57.*
20. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Автоматизированная обработка информации в системах управления технологическими процессами (монография). – Пенза: ПГТА, 2012. – 380 с.*

УДК 53.043

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТИ ВЛАГОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© ***В.В. Рыжаков,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.О. Холуденева,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***М.В. Рыжаков,*** *Московский физико-технический институт (государственный университет) (г. Долгопрудный Московской области, Россия)*

INVESTIGATION OF THE DYNAMICS CONDUCTIVITY OF WET WASTE PAPER PRODUCTION

© ***V.V. Ryzhakov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***A.O. Kholudeneva,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***M.V. Ryzhakov,*** *M.V. Ryzhakov, Moscow Institute of Physics and Technology (State University) (Dolgoprudny, the Moscow region, Russia)*

Статья посвящена изучению динамики изменения электропроводимости влагосодержащих отходов бумажного производства. Приведены результаты экспериментов и

модели, соответствующие этим экспериментам. Коэффициенты детерминации показали высокую адекватность моделей статистическим данным. При этом указано на влияние дополнительных факторов, кроме электрического напряжения, на рассматриваемые процессы, что определяет направление дополнительных исследований. Полученные результаты – одна из основ технологического процесса изготовления экоплит.
Ключевые слова: динамика, проводимость, электрический ток, модель, коэффициент детерминации

The article examines the dynamics of the electrical conductivity of wet waste paper production. The results of experiments and the model corresponding to these experiments. Coefficients of determination showed high value data models. At the same time indicated the influence of additional factors other than the voltage on these processes that determines the direction of further research. The results obtained - one of the foundations of the technological process of ekoplit.
Key words: dynamics, conductivity, electric current model, the coefficient of determination

За начало рассмотрения указанной темы возьмем известный результат [1], представляющий скорость движения частиц в исследуемой среде

$$V_0 = \frac{\xi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot I}{\lambda \cdot \eta}, \qquad (1)$$

где ξ - электрокинетический потенциал;

ε - диэлектрическая проницаемость среды;

ε_0 - диэлектрическая постоянная;

I - сила тока;

λ - удельная электропроводимость жидкости;

η - вязкость среды.

Данное выражение содержит ряд параметров, которые для конкретной среды трудно оценить в утилитарных приложениях. Поэтому целесообразно перейти к феноменологическим (интегральным) параметрам, которые будут учитываться при разработке технологического процесса изготовления плит, экологически безопасных.

Из выражения (1) видно, что такими параметрами, определяющими ток *I*, могут быть напряжение *(U)*, создающее ток *I* в среде с электропроводимостью *(g)*. Покажем это. Из (1) имеем

$$I = \frac{V_0 \cdot \lambda \cdot \eta}{\xi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0} \qquad (2)$$

При временных изменениях параметров (2), например $\lambda(t)$, $\varepsilon(t)$ и др., *I* также будет изменяться и мы можем записать ток как функцию от времени

$$i(t) = \frac{V_0(t) \cdot \lambda(t) \cdot \eta(t)}{\xi(t) \cdot \varepsilon(t) \cdot \varepsilon_0}. \qquad (3)$$

Известно, что ток *i(t)* зависит от электропроводимости среды *g(t)* и приложенного напряжения (*U*), т.е.

$$i(t)=g(t)U \qquad (4)$$

Тогда из (3) и (4) получаем выражение

$$g(t) = \frac{1}{U} \cdot \frac{V_0(t) \cdot \lambda(t) \cdot \eta(t)}{\xi(t) \cdot \varepsilon(t) \cdot \varepsilon_0}, \qquad (5)$$

которое при *U=const* феноменологически выражает всю динамику (3).

При изменении в среде, например, за счет обезвоживания, на каком-то этапе (t_k) наступит состояние характеризующееся условием

$$g(t_k)= const, \qquad (6)$$

что равносильно условию, более удобному для контроля на практике,

$$i(t_k)=const. \qquad (7)$$

Реализуем эксперимент (рис.1), который позволяет оценить зависимости (4), (6), (7).

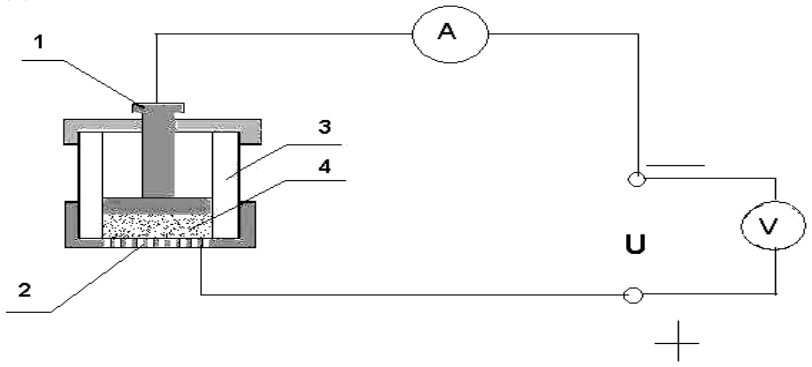


Рисунок 1 – 1- анод, 2 – катод, 3 – корпус из изоляционного материала, 4 – исследуемая среда, А – амперметр, V – вольтметр

Можно оценить временные параметры процесса изменения свойств исследуемой среды, которые в интегральной форме представлены наряду с *i(t)* вариацией массы исследуемой среды $\Delta m(t)$

$$\Delta m(t) = m_0 - m(t), \qquad (8)$$

где m_0 – исходная масса,

m(t) – текущее значение массы.

Здесь возникает возможность оценить корреляцию *i(t)* и *m(t)* или $\Delta m(t)$. Подобный эксперимент показал следующие результаты.

Таблица 1 – Экспериментальные результаты

t_j [ч]	0	0,16	0,33	0,5	0,66	0,83	1
m_j [г]	70	48	38	35	32	29	27
i_j [А]	2,5	1,63	1,21	0,8	0,53	0,31	0,09

Из анализа данных эксперимента следует, что в качестве моделей *i(t)* и *m(t)* можно принять

$$\tilde{i}(t_j) = I_0 \cdot e^{-\frac{t_j}{\tau_i}}, \qquad (9)$$

где I_0 - начальное значение электрического тока, протекающего через скоп,

τ_i - постоянная времени процесса снижения тока при $U = const$ на электродах установки,

$$\tilde{m}(t_j) = m_0 \cdot e^{-\frac{t_j}{\tau_m}}, \qquad (10)$$

где m_0 - начальное значение массы скопа, загружаемого в установку;

τ_m - постоянная времени снижения массы скопа;

t_j - момент времени контроля значений тока и массы, $t_j \in \{0; t_1; .. t_n\}$.

Параметры моделей представлены постоянными времени τ_i , τ_m. Для их оценивания воспользуемся МНК, предварительно подвергнув модели линеаризации (путем логарифмирования)

$$\ln i(t_j) = -\tau_i^{-1} \cdot t_j \; ; \qquad (11а)$$

$$\ln m(t_j) = -\tau_m^{-1} \cdot t_j \, . \qquad (11в)$$

С учетом (11а) и (11в) суммы квадратов моделей *i(t)* и *m(t)* можно представить так

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} \left(\ln i(t_j) \cdot \tau_i + t_j \right)^2 ; \qquad (12а)$$

$$S_m = \sum_{j=1}^{n} \left(\ln m(t_j) \cdot \tau_m - t_j \right)^2 , \qquad (12в)$$

откуда найдем условия минимизации S_i и S_m

$$\frac{\partial S_i}{\partial \tau_i} = \sum_{j=1}^{n} \left(\ln i(t_j) \cdot \tau_i + t_j \right) \cdot \ln i(t_j) = 0 ; \qquad (13а)$$

$$\frac{\partial S_m}{\partial \tau_m} = \sum_{j=1}^{n} \left(\ln m(t_j) \cdot \tau_m + t_j \right) \cdot \ln m(t_j) = 0 . \qquad (13в)$$

Из (13а), (13в) имеем

$$\tau_i = -\frac{\sum_{j=1}^{n} \left(t_j \cdot \ln i(t_j) \right)}{\sum_{j=1}^{n} \left(\ln i(t_j) \right)^2} \; ; \qquad (14а)$$

$$\tau_m = -\frac{\sum_{j=1}^{n} \left(t_j \cdot \ln m(t_j) \right)}{\sum_{j=1}^{n} \left(\ln m(t_j) \right)^2} \; . \qquad (14в)$$

Результаты расчетов по данным эксперимента показали τ_i =0,31632 [ч], τ_m =0,85408 [ч].

Полученные данные позволяют оценить адекватность моделей (9) и (10) результатам эксперимента путем оценивания коэффициентов детерминации η_i – для тока и η_m – для массы на основе выражений

$$\eta_i = \sqrt{1 - \frac{\sum_{j=1}^{n} \left(i(t_j) - \tilde{i}(t_j) \right)^2}{\sum_{j=1}^{n} \left(i(t_j) - \overline{i(t_j)} \right)^2}} \; ; \qquad (15а)$$

$$\eta_m = \sqrt{1 - \frac{\sum_{j=1}^{n} \left(m(t_j) - \tilde{m}(t_j)\right)^2}{\sum_{j=1}^{n} \left(m(t_j) - \overline{m(t_j)}\right)^2}}, \qquad (15в)$$

где $\overline{i(t_j)}$, $\overline{m(t_j)}$ оценки средних значений тока и массы, соответственно.

Результаты расчетов показали, что η_i =0,862 и η_m =0,913.

Последнее свидетельствует, что модели процессов $i(t_j)$ и $m(t_j)$ выбраны правильно, но сравнение τ_i и τ_m ($\tau_i < \tau_m$) позволяет утверждать: жесткой корреляции между $i(t)$ и $m(t)$ нет. Из этого следует вывод: на процесс изменения $m(t)$, кроме тока $i(t)$, влияют еще и другие факторы. Для их оценивания требуют дополнительные исследования, результаты которых будут представлены в другой статье.

Список литературы

1. *Бабеля Л.А., Головейко А.Г., Новикова В.И., Диагностика электрогазодинамических слаботочных потоков высоковольтного разряда // ИФЖ, – 2007. – №6. – С. 961-966.*

УДК 504.75

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

© ***О.А Логвина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

© ***С.Г. Логвин,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ON THE USE INTEGRATED INDEX FOR PREDICTION OF AIR POLLUTION

© ***O.A. Logvina,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***S.G. Logvin,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье рассмотрены индексы комплексного загрязнения атмосферного воздуха, применяемые в Российской Федерации и некоторых других странах; принципы, положенные в основу расчета индекса загрязнения атмосферы, используемого для оценки загрязнения атмосферного воздуха. Исследована система интегральной оценки качества атмосферного воздуха в некоторых других странах с целью определения возможности их применения в РФ для оценки состояния воздушной среды городов. Предложен способ построения прогноза с использованием принятого в России показателя загрязнения $ИЗА_5$.

Ключевые слова: загрязнение, оценка, интегральный показатель, атмосферный воздух, прогнозирование

The article examines the complex indices of air pollution used in the Russian Federation and some other countries; principles underlying the calculation of air pollution index used to assess air pollution. Investigated system integrated air quality assessment in some other countries to determine their applicability in the RF for the assessment of air pollution cities. We propose a method for constructing forecast using adopted in Russia API5 pollution index.

Key words: pollution, assessment, integral index, atmospheric air, prediction.

E-mail: Olga_kr@list.ru

Одним из важнейших экологических факторов, определяющих состояние экосистем, является степень загрязнения атмосферного воздуха. Для оценки среднегодового уровня загрязнения атмосферного воздуха используются два взаимосвязанных между собой индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) — по каждому веществу и комплексный, учитывающий суммарное загрязнение атмосферного воздуха несколькими веществами.

Для определения комплексного ИЗА обычно используются среднегодовые значения содержания пяти приоритетных контролируемых компонентов, в качестве которых может быть использовано любое вещество, по которому установлен норматив ПДК и производятся измерения [6]. ИЗА — показатель, нормированный по ПДК, и его особенность в том, что он находится в степенной зависимости от класса опасности загрязняющего вещества.

В Российской Федерации утверждено 611 ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, без учёта перечня веществ, выброс которых в атмосферу запрещён.

Всемирная организация здравоохранения установила критерии качества атмосферного воздуха лишь для 35 веществ [3], что позволяет усомниться в необходимости учёта всех без исключения веществ с установленным ПДК для расчета ИЗА; однако, использование именно пяти контролируемых компонентов, тоже вряд ли можно считать вполне достаточным.

Индекс загрязнения атмосферы по каждому веществу определяется по формуле:

$$I_i = \left(\frac{q_{ср.\text{i}}}{ПДК_{с.с.\text{i}}} \right) C_i \qquad (1)$$

где $q_{ср.\text{i}}$ — среднегодовая концентрация i-го вещества, $ПДК_{с.с.\text{i}}$ — его среднесуточная предельно допустимая концентрация, C_i — безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i-м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы.

Значения C_i для веществ 4, 3, 2 и 1 классов опасности, равны 0,85; 1,0; 1,3; 1,5 соответственно. Диоксид серы относится по степени вредности к третьему классу опасности ($C_i = 1$), к нему и приводится вредность всех веществ.

Исходя из этого, комплексный индекс загрязнения атмосферы ИЗА, учитывающий наличие в атмосфере n загрязняющих веществ, рассчитывается по формуле

$$I_n = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{q_{ср.\text{i}}}{ПДК_{с.с.\text{i}}} \right) C_i \qquad (2)$$

Агентство по охране окружающей среды (АООС) США и его региональные подразделения определяют индекс качества атмосферного воздуха (Air Quality Index — AQI) по довольно сложной формуле

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} \left(C_P - BP_{Lo} \right) + I_{Lo} \qquad (3),$$

где I_p — значение индекса загрязнения; C_P — усредненная концентрация загрязняющего вещества; BP_{Hi} — граница интервала, большая либо равная C_P;

BP_{Lo} — граница интервала, меньше C_P; I_{Hi} — значение AQI, соответствующее BP_{Hi}; I_{Lo} — значение AQI, соответствующее BP_{Lo} [4].

Интересный подход используется, например, в системе социально-гигиенического мониторинга Беларуси где определяется суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха P [5]:

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} K_i^2} \qquad (4)$$

где P — суммарный показатель загрязнения; K_i — нормированные по ПДК концентрации веществ 1-, 2-, 4-го классов опасности, приведенные к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности, равным: 1-й класс — 2,0; 2-й — 1,5; 3-й — 1,0; 4-й класс — 0,8.

Основное отличие такого показателя от комплексный индекс загрязнения атмосферы ИЗА — иные значения изоэффективности для веществ 1-, 2- и 4-го классов опасности. Коллеги из Беларуси отмечают, что опыт непосредственного использования показателя Р не выявил его преимуществ по сравнению с традиционным ИЗА [3].

Надо отметить, что использование упомянутых индексов даёт достаточную картину текущего состояния атмосферы, возможно их использование для сравнения степени загрязнения в разные годы; однако индексы не позволяют указать общие тенденции развития ситуации, сделать соответствующий прогноз.

С целью использования приведённых индексов ИЗА и P для прогнозирования степени загрязнения атмосферного воздуха, в случае отсутствия резкого изменения факторов воздействия, необходимо построить соответствующую функцию.

Будем считать каждый из показателей индекса загрязнения атмосферы по конкретному веществу независимой переменной (параметром). Тогда нормальное состояние атмосферы описывается как точка $\chi^0\left(\tau_1^0, \tau_2^0, ..., \tau_n^0\right) \in R^n$ (где n - количество рассматриваемых параметров или загрязняющих веществ) и оценочный критерий можно задать как функцию отклонения состояния системы от нормы.

Для построения функции, описывающей отклонение состояния системы от нормы может быть использовано множество различных подходов. Наиболее естественными являются $r_0 = \sum_{i=1}^{n} |\delta_i|$ и $r_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \delta_i^2}$, где $\delta_i = \tau_i - \tau_i^0$ - отклонение значения i -го параметра от нормы.

Так как величины, входящие в формулы могут измеряться в различных единицах, под всеми значениями будем понимать только относительные величины. Перейти к относительным величинам можно, если отклонение при работе системы, нормальное состояние которой может быть описано точкой, определить как $r = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\Delta \tau_i}{\tau_i^0} \right)^2}$.

В экологии принято оценивать отношение реального значения примеси к ПДК по данному веществу, поэтому, рассматриваются выражения вида

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\tau_i}{\tau^0} \right)^2}, \qquad (5),$$

где τ_i^0 – значение ПДК для данного загрязняющего вещества, τ_i - его реальное значение.

Однако, это – конкретное значение некоторой функции загрязнения, определённой на данный момент времени. Таким образом, мы можем считать что наша функция, обозначим её через R, есть функция времени $R = R(t)$, а $r_1(\tau_1, \tau_2, ...\tau_n), r_2(\tau_1, \tau_2, ...\tau_n), ..., r_m(\tau_1, \tau_2, ...\tau_n)$ – её конкретные значения в различные m моментов времени, т.е.

$$\begin{aligned} r_1(\tau_1, \tau_2, ...\tau_n) &= r_1(\tau_1(t), \tau_2(t), ...\tau_n(t)) \\ r_2(\tau_1, \tau_2, ...\tau_n) &= r_2(\tau_1(t), \tau_2(t), ...\tau_n(t)) \\ &... \\ r_m(\tau_1, \tau_2, ...\tau_n) &= r_m(\tau_1(t), \tau_2(t), ...\tau_n(t)). \end{aligned} \qquad (6)$$

Такой подход позволяет нам составить таблицу значений данной функции R, построить её график, и наглядно показать изменение степени загрязнения атмосферного воздуха на текущий момент, а также использовать данную функцию с целью прогнозирования.

Рассмотрим конкретный пример данных о загрязнениях, приводимых в отчётах (табл.1):

Таблица 1 – Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников (1992…2012 гг)

	1992	1993	1994	1995	…	2009	2010	2011	2012
Твердые вещества	9,52	7,77	4,86	3,81	…	2,1	2,5	2,6	2,8
Газообразные и жидкие вещества	46,25	36,03	25,05	22,76	…	19,6	20,0	34,2	19,0
Окись углерода	11,73	9,34	6,73	5,42	…	4,21	4,26	5,19	4,88
Углеводороды (без летучих органических соединений)	0,92	0,42	0,29	0,88	…	6,55	4,97	20,1	5,29
Летучие органические соединения	2,93	2,04	1,13	1,03	…	2,74	2,77	2,46	2,33
Углеводороды, включая летучие органические соединения	3,85	2,46	1,41	1,91	…	9,29	7,74	22,56	7,62
Сернистый ангидрид	21,58	14,76	9,24	8,96	…	1,49	2,23	1,15	1,28
Окислы азота	8,91	9,25	7,59	6,38	…	3,98	5,23	5,05	4,93
Всего	**55,77**	**43,8**	**29,91**	**26,57**	**…**	**21,7**	**22,5**	**36,8**	**21,8**

Такие данные вполне информативны с точки зрения оценки размеров выбросов, их количественного изменения, но не дают конкретного представления о составе атмосферного воздуха в текущий момент времени или о его изменении в результате этих выбросов.

Гораздо интереснее с этой точки зрения замеры показателей содержания химических примесей в самом атмосферном воздухе. Если такие данные есть за различные промежутки времени, то появляется возможность и оценить реальное изменение фонового загрязнения, и предсказать его состояние в случае, как сохранения существующих тенденций, так и их кардинального изменения. Таблица, которая содержала бы значение фоновых концентраций загрязняющих веществ из года в год, могла бы позволить построить определённую зависимость, однако, в отчётах за год такие данные приводятся без сравнения с предыдущими годами (табл. 2).

Таблица 2 – Фоновые концентрации загрязняющих веществ, Пенза, 2012 год

Номер поста и привязка	Примесь и суммация	Концентрация мг/м.куб. при скорости ветра				
		0-2 м/сек (штиль)	3-9 м/сек и направление			
			С	В	Ю	З
ПНЗ №3 ул. Чехова – Долгова Х=7100м У= 10070 м 1998-2002 гг	Пыль	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14
	Диоксид серы	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006
	Диоксид азота	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
	Окись углерода	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6
	Окись азота Сероводород Фенол	0.06 0.002 0.003	0.06 0.002 0.003	0.05 0.002 0.003	0.05 0.002 0.003	0.05 0.002 0.003
	Формальдегид	0.013	0.011	0.011	0.011	0.011
	Сумма диоксид серы + диоксид азота	0.83	0.71	0.71	0.71	0.71
	Сумма диоксид серы + фенол	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
	Сумма сероводород + формальдегид Сумма диоксид серы + диоксид азота + окись углерода + фенол	0.62 1.67	0.56 1.55	0.56 1.55	0.56 1.55	0.56 1.55

К сожалению, данные приведены с 1998-2002 гг. Следует отметить, что, согласно действующим в США нормативам, информация об AQI собирается и публикуется, по крайней мере, пять дней в неделю [4].

Мы не имеем такой возможности, поэтому воспользуемся сведениями об уровень загрязнения по $ИЗА_5$, которые публикуются в таких докладах в виде

столбчатых или иных диаграмм, и составим на их основе таблицу данных о значениях $ИЗА_5$ с 2003 по 2012 годы.

Степень загрязнения атмосферного воздуха оценивается посредством безразмерной величины, называемой индексом загрязнения атмосферы (ИЗА). В связи с тем, что в городах проводится определение различного количества примесей, принято рассчитывать ИЗА по пяти веществам, вносящим наибольший вклад в загрязнение атмосферы. В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается:

- низким, если ИЗА ниже 5,
- повышенным при ИЗА от 5 до 6,
- высоким при ИЗА от 7 до 13,
- очень высоким при ИЗА больше 13.

Согласно полученным данным, уровень загрязнения воздуха в г. Пензы высокий. Рассмотрим уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Пензы по данным за 2002- 2012 гг. (табл. 3) [1].

Таблица 3 – Уровень загрязнения атмосферы г. Пензы за период 2003-2012 гг. (по $ИЗА_5$).

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$ИЗА_5$	8,5	7,6	7,8	9,6	9,8	10,1	10,5	8,9	8,7	9,14

Изобразим эти данные графически.

Если рассматривать в качестве переменных значения ИЗА, то полученная функция будет учитывать и количество примесей каждого вида, и их токсичность. В таком случае, полученная функция может использоваться для прогнозирования ситуации.

$$\xi(y_1,...,y_n,\tau)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}y_n(\tau) \qquad (7)$$

Кроме того, данная функция уже является безразмерной. В значения $ИЗА_5$ рассматривались пять загрязняющих веществ, поэтому

$$\xi(y_1,...,y_5,\tau)=\frac{1}{5}\sum_{i=1}^{5}y_n(\tau)\cdot \qquad (8)$$

Получаем график зависимости $\xi(y_1,...,y_5,\tau)$, сильно отличающийся от графика функции.

Лучше всего данные описываются линейной (рис.1) функцией или экспоненциальной (рис.2), причём обе обещают рост показателя $ИЗА_5$ в случае сохранения общих тенденций.

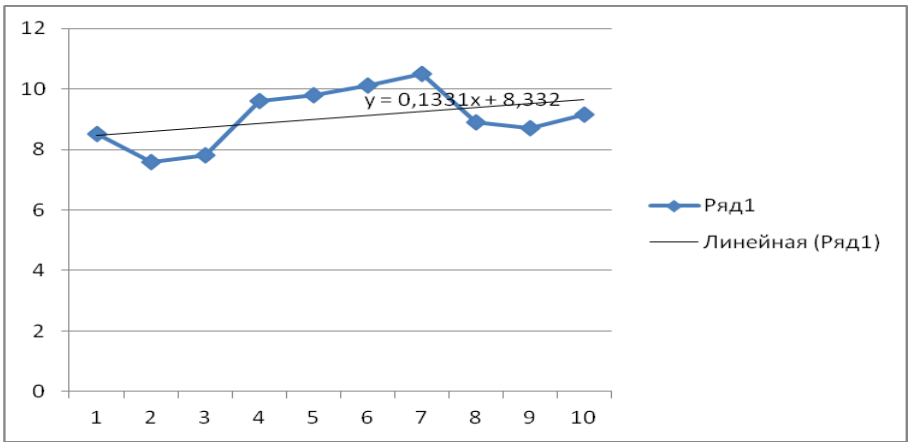


Рисунок 1 – Приближение линейной функцией

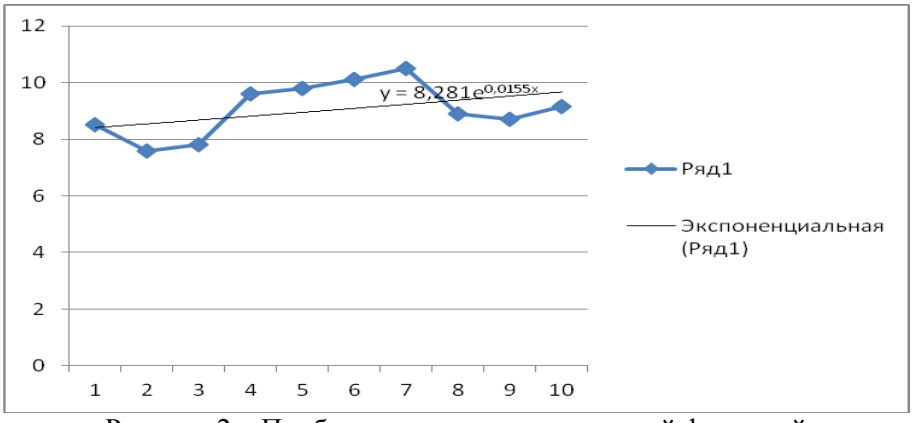


Рисунок 2 – Приближение экспоненциальной функцией

Тогда, согласно нашим вычислениям, по прогнозу на 2013 год мы имели бы предполагаемые значения $ИЗА_5$, близкие к 9,7961 (Рис. 1) или 9,8091 (Рис.2).

Однако, судя по приведённой в отчёте за 2013 год [2] диаграмме, (к сожалению, не снабжённой конкретными значениями, как это было сделано в отчёте за 2012 год), значение $ИЗА_5$ по Пензе в 2013 году равно 8,1. Это может объясняться либо проведёнными природоохранными мероприятиями с сильно выраженным положительным эффектом, либо остановкой какого-то крупного предприятия, осуществлявшего до того большие объёмы выбросов.

Колебание значений $ИЗА_5$ в разные годы совсем не удивительны, в силу большой подвижности атмосферных масс; однако, резкие изменения значений в некоторые годы вызывают вопросы. Так остаётся непонятной причина резкого падения уровня загрязнения в 2010 году, когда в воздухе буквально висел запах гари.

Перечисленные достоинства и недостатки использования комплексного индекса загрязнения атмосферы $ИЗА_5$ в настоящий момент, показывают как необходимость более системных измерений реальных показателей, так и необходимость методики составления прогноза на основе полученных данных.

Список литературы

1. *Обзор состояния загрязнения окружающей среды на территории деятельности Пензенского ЦГМС в 2012 году. Пензенский Центр по*

гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – Филиал ФГБУ «Приволжское УГМС», Пенза 2013.
2. *Обзор состояния загрязнения окружающей среды на территории деятельности Пензенского ЦГМС в 2013 году. Пензенский Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – Филиал ФГБУ «Приволжское УГМС», Пенза 2014.*
3. *Какарека С.В. Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, УДК 502.3:504.054*
4. *Air Quality Index (AQI) — A Guide to Air Quality and Your Health . — http://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics. aqi*
5. *Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений за 2006 г. — Минск: РУП БелНИЦ «Экология», 2007. — 290 с.*
6. *РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. Москва: Метеоагенство Росгидромета, 2006.*

УДК 681.31-181.48

ИНДИКАТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© ***И.А. Прошин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***Р.Д. Прошина***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
© ***П.В. Сюлин***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)

INDICATORS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN NATURAL AND TECHNICAL SYSTEMS IN RESEARCHES

© ***I.A. Proshin***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***R.D. Proshina***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***P.V. Siulin***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

На основе предложенного комплекса индикаторов и математических моделей разработана единая методология исследования природно-технических систем. Приведены примеры исследования технологий очистки сточных вод и почвы.

Ключевые слова: генерализация, индикатор экологического состояния, обработка информации, математическая модель, метод, методология, мониторинг, пространство состояний, экологическая безопасность.

Based on the proposed set of indicators and mathematical models developed a unified methodology for the study of natural and technical systems. The examples of research wastewater treatment technologies and soil.

Key words: generalization, ecological status indicator, information processing, mathematical model, method, methodology, monitoring, state space, system, environmental safety, ecological condition

E-mail: proshin.Ivan@inbox.ru

Исследования, разработка и проектирование экологически безопасных производств сопряжены со значительным объёмом эксперимента, физическим и математическим моделированием, мониторингом и оцениванием состояния природно-технических систем (ПТС). Анализ и оценка влияния антропогенных факторов на ПТС обуславливает необходимость проведения большого объёма научных исследований механизмов взаимодействия отдельных составных частей системы, всевозможных физико-химических взаимодействий, методов и алгоритмов управления объектами промышленных предприятий. Вместе с тем, значительное разнообразие применяемых при решении задач экологической безопасности несвязанных между собой методов, подходов, методик вызывает существенные трудности при проведении таких исследований, что обуславливает необходимость создания единой методологии организации и проведения научных исследований воздействия абиотических факторов, различных технологических процессов, выпускаемой продукции и технологий переработки отходов производства на окружающую среду, на экосистему в целом.

За основу системной организации научных исследований ПТС [1 – 8] примем, единые методы обработки информации и построения математических моделей [9 – 16] принципы и метод экологической генерализации [17, 18], системный подход, принципы и механизмы системного мониторинга [18], предлагаемую систему показателей экологического состояния [19 – 22], основанную на оценке степени экологического совершенства. Разработанная методология объединяет комплексный анализ исследуемого объекта в контексте выбранной генеральной совокупности на основе системного подхода как элемента системы и системы взаимосвязанных элементов в пространстве информационных индикаторов экологического состояния.

Исследования механизмов преобразования энергии, количества вещества, импульса базируются на принципах и методах энергетического подхода, а оценка элементов экосистемы как объекта экологического мониторинга, контроля и управления обуславливает привлечение информационно-алгоритмического причинно-следственного подхода.

Разработанная методология предопределяет проведение комплексных исследований элементов экологических систем, сочетающих экспериментальные исследования, теоретический анализ и синтез экологических объектов, моделирование, технологические и конструктивные проработки, схемотехнические решения с выявлением и раскрытием главных, определяющих функций экосистем и их отдельных компонент в достижении цели.

Объект экологического исследования и его определяющие системные свойства компоненты представляют на основе генеральной совокупности в пространстве индикаторов экологического состояния как:

- элементы, формирующие системные свойства объекта;
- системы взаимосвязанных элементов;
- преобразователи энергии;
- объекты экологического мониторинга, контроля и управления.

Экологический анализ отдельных компонент и экосистемы в целом как объекта мониторинга, контроля и управления позволяет составить математическую модель, описывающую динамику поведения объекта в пространстве координат состояния экологической безопасности, определить принципы, методы и алгоритмы управления экологической системой в контексте экологической безопасности, осуществить прогнозирование экологического состояния объекта в пространстве индикаторов экологического состояния.

Анализ любой компоненты системы как объекта экологического мониторинга, контроля и управления предполагает:

- определение координат экологического состояния объекта – переменных, характеризующих поведение элемента экосистемы в едином для всех компонент системы векторном пространстве экологического состояния;
- выявление управляемых координат – выходных переменных объекта, отражающих его эколого-технико-экономические свойства и подлежащие управлению в соответствии с задачами управления ПТС;
- установление управляющих воздействий – величин, технических средств, комплекса воздействий технико-экономического характера, посредством которых наиболее рационально управление экологическим состоянием объекта;
- нахождение возмущающих воздействий – входных величин объекта управления, влияющих на экологическое состояние и управляемые координаты экосистемы, но управление которыми не осуществимо или нецелесообразно на современном этапе развития науки и техники;
- установление внутренних параметров объектов экологического исследования – величин, обуславливающих его статические и динамические свойства;
- формирование критериев экологического управления и ограничений на возможные изменения состояний объекта экологического исследования под действием возмущений и изменений внутренних параметров экосистемы.

Неотъемлемый атрибут современного производства – требование мониторинга и контроля за состоянием окружающей среды, оценка антропогенного воздействия на неё технологических процессов производства.

В качестве координат мониторинга и управления предлагается принять комплекс показателей экологического состояния объекта в векторном пространстве экологического совершенства [19 – 22], задающего все его эколого-технико-экономические свойства в единой области значений.

Экологическая система представляет собой многомерный динамический объект, наиболее эффективны при анализе и синтезе которого применение математических моделей в пространстве состояний.

В общем случае эколого-технико-экономическое состояние объекта зададим $n-$мерным вектором состояний $\overline{V}=\left[v_1, v_2 ... v_n\right]^{\mathrm{T}}$, во взаимосвязи определяющим:

- экологические свойства окружающей среды (атмосфера, вода, почва, ресурсы);
- поведение производственного объекта (технологические процессы, оборудование, выпускаемая продукция, отходы производства и технологии их переработки) в контексте экологической безопасности;
- экономическое состояние объекта в контексте экологической безопасности.

Выход ПТС, объединяющей окружающую среду и техническую систему, предопределим вектором $\overline{X}=\left[\overline{X_1} \quad \overline{X_2} \quad \overline{X_3}\right]^{\mathrm{T}}$, включающим те же три группы компонент, но сформированные в виде отдельных векторов для каждой группы, приведённых к единой области пространства. Векторы

управляющих $\overline{U} = \left[\overline{U_1} \;\; \overline{U_2} \;\; \overline{U_3}\right]^{\mathrm{T}}$ и возмущающих $\overline{F} = \left[\overline{F_1} \;\; \overline{F_2} \;\; \overline{F_3}\right]^{\mathrm{T}}$ воздействий также объединяют входные воздействия по соответствующим компонентам.

Полную математическую модель экологической системы в классе непрерывных, нестационарных, детерминированных, конечномерных операторов с учётом введённых переменных и взаимосвязи всех компонент системы зададим системой уравнений в пространстве состояний

$$\begin{bmatrix} \frac{dv_1}{dt} \\ \frac{dv_2}{dt} \\ \dots \\ \frac{dv_n}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \psi_1(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t) \\ \psi_2(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t) \\ \dots \\ \psi_n(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t) \end{bmatrix}, \quad V(0);$$

$$\begin{bmatrix} \overline{X_1} \\ \overline{X_2} \\ \overline{X_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{G_1}(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t) \\ \overline{G_2}(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t) \\ \overline{G_3}(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t) \end{bmatrix}. \qquad (1)$$

Здесь $\overline{\psi} = \left[\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_j, \dots, \psi_n\right]^{\mathrm{T}}$, где $\psi_j(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t)$, $\overline{G_j}(v_1, v_2, \dots, v_n, \overline{U_1}, \overline{U_2}, \overline{U_3}, \overline{F_1}, \overline{F_2}\,\overline{F_3}, t)$ – нелинейные вектор-функции, n – размерность вектора состояния, $j = \overline{1,3}$, переменная t отражает зависимость коэффициентов функций от времени.

Модель (1) учитывает взаимосвязь между всеми компонентами: экологической, технической и экономической. Однако проведение исследований ПТС с её помощью наталкивается на значительные трудности. Декомпозиция исследуемого объекта в контексте одной из составляющих экосистемы приводит к более приемлемому варианту математической модели. В этом случае для проведения экологических исследований окружающей среды, предприятий и оценивания экономических процессов представим модель (1) без учёта взаимосвязи между отдельными составляющими экосистемы в виде трёх независимых моделей ($j = \overline{1,3}$)

$$\left[\frac{d\overline{V}}{dt}\right] = \left[\overline{\psi}(\overline{V}, \overline{U_j}, \overline{F_j}, t)\right], \quad V(0);$$

$$\left[\overline{X_j}\right] = \left[\overline{G_j}(\overline{V}, \overline{U_j}, \overline{F_j}, t)\right]. \qquad (2)$$

Каждую модель из (2) в свою очередь представим в виде совокупности моделей отдельных компонент. Например, описание отдельных компонент

окружающей среды: атмосферы ($k=1$), воды ($k=2$), почвы ($k=3$), ресурсов ($k=4$), зададим отдельной обобщённой моделью в пространстве состояний

$$\begin{bmatrix} \frac{dv_{k1}}{dt} \\ \frac{dv_{k2}}{dt} \\ \dots \\ \frac{dv_{kn}}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{\psi_{k1}}(v_{k1}, v_{k2} \dots, v_{kn}, u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kr}, f_{k1}, f_{k2}, \dots, f_{kl}, t) \\ \overline{\psi_{k2}}(v_{k1}, v_{k2} \dots, v_{kn}, u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kr}, f_{k1}, f_{k2}, \dots, f_{kl}, t) \\ \dots \\ \overline{\psi_{kn}}(v_{k1}, v_{k2} \dots, v_{kn}, u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kr}, f_{k1}, f_{k2}, \dots, f_{kl}, t) \end{bmatrix}, \quad V(0);$$

$$\left[\overline{X_k}\right] = \left[\overline{G_{k1}}(v_{k1}, v_{k2} \dots, v_{kn}, u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{kr}, f_{k1}, f_{k2}, \dots, f_{kl}, t)\right]. \qquad (3)$$

В ряде случаев экологические процессы могут рассматриваться как стационарные. При их исследовании можно упростить модели (2), (3), приняв за основу стационарные математические модели, параметры которых не зависят от времени.

При проведении исследований для случая незначительных отклонений экосистемы от стационарного состояния модель (3) может быть линеаризована. В результате динамика экологической системы может быть исследована на основе линейной математической модели

$$\begin{bmatrix} v_1^{(1)} \\ v_2^{(1)} \\ \dots \\ v_n^{(1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{1,1} & \alpha_{1,2} & \dots & \alpha_{1,r} \\ \alpha_{2,1} & \alpha_{2,2} & \dots & \alpha_{2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{n,1} & \alpha_{n,2} & \dots & \alpha_{n,r} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_r \end{bmatrix} +$$

$$+ \begin{bmatrix} \beta_{1,1} & \beta_{1,2} & \dots & \beta_{1,l} \\ \beta_{2,1} & \beta_{2,2} & \dots & \beta_{2,l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \beta_{n,1} & \beta_{n,2} & \dots & \beta_{n,l} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \dots \\ f_l \end{bmatrix};$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{k1} & c_{k2} & \dots & c_{kn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{1,1} & \alpha_{1,2} & \dots & \alpha_{1,r} \\ \alpha_{2,1} & \alpha_{2,2} & \dots & \alpha_{2,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{r,1} & \alpha_{r,2} & \dots & \alpha_{r,r} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_r \end{bmatrix} +$$

$$+ \begin{bmatrix} d_{1,1} & d_{1,2} & \dots & d_{1,l} \\ d_{2,1} & d_{2,2} & \dots & d_{2,l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{l,1} & d_{l,2} & \dots & d_{l,l} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \dots \\ f_l \end{bmatrix}. \qquad (4)$$

Дальнейшее упрощение математической модели (4) может быть достигнуто для случая взаимной независимости отдельных компонент системы.

С целью оценки возможностей исследования динамических процессов очистки почвы в векторном пространстве экологической безопасности рассмотрим технологии очистки почвы от нефтепродуктов, исследованные в работе [23].

Математическая модель процесса снижения концентрации нефтепродуктов в почве в результате внесения флавобактерина предлагается представить моделью второго порядка в пространстве вектора экологической безопасности

$$\begin{bmatrix} v_1^{(1)} \\ v_2^{(1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\alpha & 0 \\ \sigma & -\sigma\dfrac{\beta+1}{\beta} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta 0 \\ \delta 0 \end{bmatrix} y;$$

$$\eta = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + 1$$

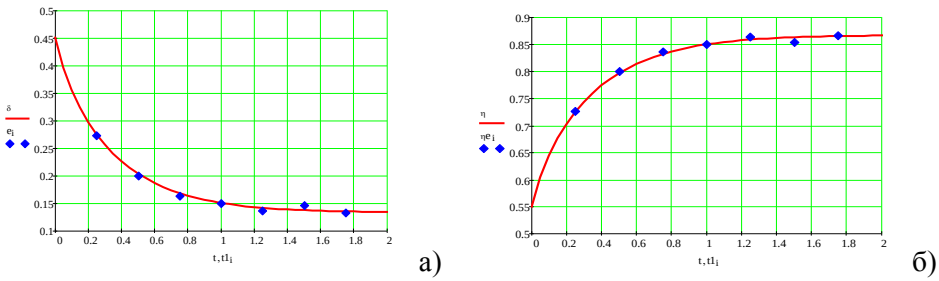
с начальными условиями для концентраций

$v_1(0) = \delta 0 = 0{,}453$, $v_2(0) = 0$

и для коэффициента экологической безопасности

$\eta(0) = 1 - \delta 0 = 0{,}547$.

Моделирование проводилось по экспериментальным данным, приведенным в работе [23]. Результаты моделирования совместно с экспериментальными данными приведены на рисунке 1.



а) б)

Рисунок 1 – Результаты математического моделирования процесса разложения нефтепродуктов при внесении в почву флавобактерина в пространстве концентраций (а) и в пространстве экологической безопасности (б)

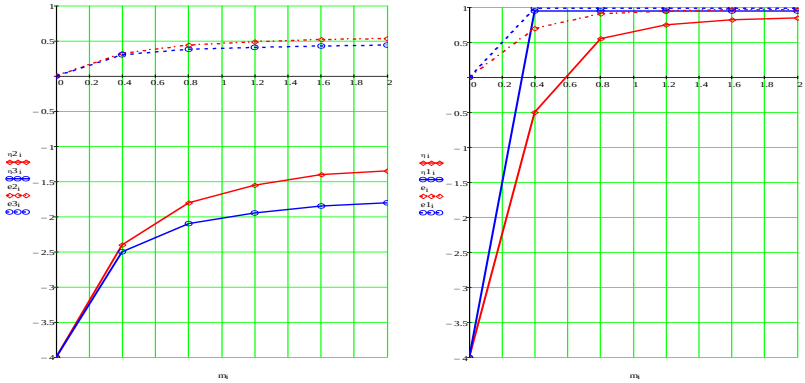
Анализ приведённых зависимостей (рис.1) показывает на их полное соответствие. Вместе с тем, временная характеристика в пространстве индикатора экологической безопасности η качественно отличается от характеристики в пространстве концентраций δ. Каждая точка этой кривой характеризует запас экологической безопасности и полностью сочетается с другими индикаторами и показателями, как почвы, так и воды, а также атмосферы.

Результаты проведенных исследований в пространстве экологических состояний, кроме того, свидетельствуют о наглядности и эффективности проведения математического моделирования динамических процессов с использованием единых показателей оценки степени экологического совершенства.

В работе [24] разработана технология очистки сточных вод от красителей отходом производства дисахаридов – дефекатом. Здесь представлены результаты исследования в виде зависимостей эффективности очистки от массы добавления сорбентов и от температуры обжига исходного дефеката (ИД). Использовались

растворы «Оранжевый R» (OR) «Метиленовый голубой» (МГ).

Проведём оценку этих результатов в пространстве экологической безопасности (рис. 2, 3).

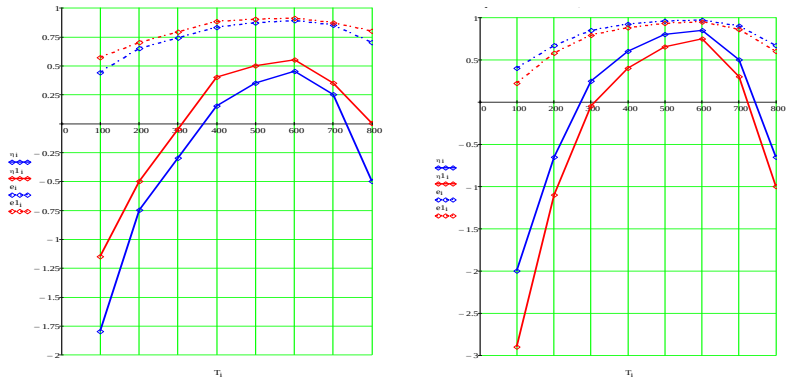


а) OR б) МГ

Рисунок 2 – Зависимости коэффициента экологической безопасности и эффективности очистки растворов от массы добавления сорбента

Из приведенных зависимостей следует. Показатель эффективности “e”, используемый при анализе этих результатов, не отражает экологического состояния системы. Он не позволяет дать ответ на вопросы. В каком экологическом состоянии система находилась до нанесения воздействия на неё и в какое состояние она перешла. Достаточна ли величина воздействий и эффективность очистки объекта для перехода системы в экологически безопасное состояние.

Вместе с тем, зависимость индикатора экологической безопасности η, приведенная на этих же рисунках, в полной мере отражает каждое состояние объекта, характеризует требуемое значение эффективности технологии. Экологически безопасная область на этих графиках находится выше оси абсцисс. Отметим также, большую чувствительность разработанного индикатора к вариации рассмотренных воздействий, что обуславливает более высокие скорость сходимости и точности при использовании этих зависимостей (рис. 3) для решения задач оптимизации.



а) OR б) МГ

Рисунок 3 – Зависимости коэффициента экологической безопасности и эффективности очистки растворов от температуры обжига ИД (2 г/100 мл)

Разработана единая методология исследования ПТС, основанная на принципах генерализации, анализе объектов как элементов экосистем и системы взаимосвязанных элементов, как преобразователей энергии, количества вещества, импульса и информации, объектов мониторинга, контроля и управления, обеспечивающая комплексные исследования компонент систем в пространстве экологической безопасности.

Список литературы

1. *Прошин И.А., Сюлин П.В., Таранцев К.В. Системная организация научных исследований экосистем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 02(06). – С. 166– 170.*
2. *Прошин, Д.И. Методологические принципы системной организации научных исследований (статья) / Д.И. Прошин, И.А. Прошин, Р.Д. Прошина // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2009. – №5. – С. 172 – 175.*
3. *Прошин, Д.И. Методология системной организации научных исследований и профессиональной подготовки в вузе (статья) / Д.И. Прошин, И.А. Прошин, Р.Д. Прошина // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – 2009. – №9. – С. 101 – 103.*
4. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Методика научных исследований экосистем // Экологические системы и приборы. – 2013. – № 12. – С. 26–32.*
5. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Концепция построения интегрированных комплексов сетевых автоматизированных лабораторий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – №5(2). – С. 527–530.*
6. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Программная платформа для построения интегрированного комплекса сетевых автоматизированных лабораторий (ИКСАЛ) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009 . – Т.11. – № 5-2. – С. 531-536.*
7. *Прошин, Д.И. Подготовка высококвалифицированных кадров для предприятий машиностроения по вектору знаний (статья) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13. № 1 – 3. – С. 727 – 731.*
8. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д., Сюлин П.В. Управление образовательным процессом подготовки кадров для машиностроения по вектору знаний (статья) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. № 1(2). – С. 705 – 708.*
9. *Прошин И.А., Прошина Р.Д., Сюлин П.В. Методика структурно-параметрического синтеза математических моделей экосистем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 47 – 57.*
10. *Яйли Е.А. Научно-методические и прикладные аспекты оценки и управления урбанизированными территориями на основе инструмента риска и новых показателей качества окружающей среды. – СПб.: РГГМУ, 2006. – 444 с.*
11. *Чернавский Д.С. Синергетика и информация: Динамическая теория информации/ Изд.4/ Синергетика: от прошлого к будущему. №13/ Предисл. и послесл. Г.Г. Малинецкого. – М.: URSS, 2013. – 304 с.*
12. *Крапивин В. Ф., Кондратьев К. Я. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика. – С.-Петербург: СПб НЦ, 2002. – 724 с.*
13. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Автоматизированная обработка*

информации в системах управления технологическими процессами. (монография). – Пенза: ПГТА, 2012. – 380 с.

14. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Математические и компьютерные методы в медицине, биологии и экологии / В.И. Левин, С.О. Абдулаев, Э.А. Алиев, В.А. Гаджиагаев, О.В. Головинская, А.В. Крошилин, С.В. Крошилина, А.В. Леонов, Д.А. Магомедов, С.В. Попов, И.А. Прошин, А.Н. Пылькин, П.В. Сюлин, Б.В. Тишлин. – Пенза. – Москва: Приволжский Дом знаний, 2012. – С. 66–93.*
15. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Структурно-параметрический синтез математических моделей объектов исследования по экспериментальным данным // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: "Морская техника и технология". – 2009. – №1. – С. 110–115.*
16. *Прошин И.А., Прошин Д.И., Прошина Р.Д. Построение математических моделей в задачах обработки экспериментально-статистической информации / Известия Самарского научного центра РАН. Авиационно-космическое машиностроение. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. Т.14 –№1(2) – С. 425–428.*
17. *Прошин И.А., Прошин Д.И.,Сюлин П.В. Принципы генерализации в формировании системы информационных индикаторов экодинамики // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 215 – 219.*
18. *Прошин И.А., Прошин Д.И.,Сюлин П.В. Принципы генерализации в системном экологическом мониторинге // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 225 – 232.*
19. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Оценка экологической безопасности многокомпонентных систем // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 144 – 156.*
20. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Оценка качества сточных вод в пространстве вектора экологической безопасности // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 09 (13). Т.1. – С. 183 – 190.*
21. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Компонентный портрет экологической безопасности // Проблемы региональной экологии. – 2013. – № 6. – С. 151–154.*
22. *Прошин И.А., Сюлин П.В. Система информационных индикаторов в оценке экологического состояния атмосферы // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 01 (17). – С. 242 – 253.*
23. *Крошечкина И.Ю., Зубрев Н.И., Чеботарёва Э.В. Снижение нефтяного загрязнения в почвенном слое полосы отвода железнодорожного транспорта // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 02(06). – С. 206 – 215.*
24. *Ельников Д.А. Очистка сточных вод от синтетических и органических красителей отходом производства дисахаридов. Автореферат дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. Спец. 03.02.08 – Экология. – Пенза, 2013. – 20с.*

УДК 612.014.421.8

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕСТОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

© ***М.Ю. Костенкова***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия)*

© ***М.А. Сидорова***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия)*

© ***С.Ю. Костенков***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия)*

© ***Д.С. Осипов***, *Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия)*

CREATING A TEST SEQUENCE OF ELECTROPHYSIOLOGICAL SIGNALS TO EVALUATE THE HEALTH MEDICAL INSTRUMENTATION

© ***M.Y. Kostenkova,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***M.A. Sidorova,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***S.Y. Kostenkov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

© ***D.S. Osipov,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В статье описываются методика формирования моделей электрофизиологических сигналов, схемы генерирования тестовых последовательностей, методика соответствия модели оригиналу. Рассказывается, каким образом можно провести статистическую обработку моделей ЭФС и как сформировать математическую модель для описания ЭФС. Приведены результаты практического применения методик.

Ключевые слова: Электрофизиологический сигнал, тестовая последовательность, статистическая обработка, имитационная модель ЭФС, математическая модель.

This article describes the method of forming patterns of electrophysiological signals, generating circuit test sequences, the model fit the original technique. Describes how to conduct statistical analysis of patterns of electrophysiological signals and how to create a mathematical model to describe the electrophysiological signals. And the results of the practical application of techniques.

Key words: Electrophysiological signal test sequence, statistical processing, simulation model of electrophysiological signals, mathematical model.

E-mail: panthfinder@mail.ru

Электрофизиологические исследования позволяют повысить качество диагностики патологических состояний пациентов. Анализ электрофизиологических сигналов (ЭФС), как неинвазивный метод, пользуется огромной популярностью. Наибольшей информативностью обладают сигналы сердца, центральной нервной системы и головного мозга, мышечной активности. Они же считаются наиболее сложными для анализа. Поэтому в диагностических приборах, системах и комплексах применяются сложные алгоритмы распознавания и обработки сигналов. Именно для оценки работы таких алгоритмов используются тестовые последовательности (ТП) и синтезированные сигналы, эквивалентные реальным ЭФС [1].

На сегодняшний день для оценки работоспособности приборов отсутствует единая методика, которая служила бы стандартом и была бы

подходящей для всех исследователей, занимающимися автоматическим анализом биологических сигналов и тестированием медицинской техники.

Применяемые на практике современные методы формирования ТП рассчитаны на длительное время мониторирования, и не эффективны при экспресс-анализе и быстром поиске неисправностей в работе приборов.

В связи с этим, несомненно, является актуальной задача создания базы опорных структур и тестовых последовательностей ЭФС.

Для решения этой задачи необходимо:

– выполнить анализ параметров исследуемых сигналов;

– провести цифровую обработку ЭФС;

– выделить опорные структуры ЭФС;

– выполнить статистическую обработку полученных опорных структур и их математических моделей, подтверждающих адекватность модели оригиналу;

– сформулировать принцип формирования ТП ЭФС;

– разработать модели ТП ЭФС для системы имитационного моделирования.

Генерирование тестовых последовательностей ЭФС для экспесс-диагностики приборов имеет свои особенности. В формировании ТП можно выделить 3 направления (рис.1): «Ритм» (длительность межимпульсовых интервалов), «Форма» (конфигурации импульсов сигнала), «Ритм+Форма» (совокупность конфигураций импульсов и межимпульсовых интервалов) [2].

Рисунок 1 – Схема генерирования тестовых последовательностей

Вариант этапа «Ритм» подходит для имитации ЭФС, отражающих сердечную деятельность, таких как электрокардиограмма (ЭКГ), брадикардиограмма (БКГ), фонокардиограмма (ФКГ). Вариант этапа «Форма» используется для всех ЭФС. Вариант этапа «Ритм+Форма» позволяет моделировать сложные ТП ЭФС. Данный этап тестирования предназначен для подробного и более качественного анализа, диагностики или поверки медицинской техники [3]. Данный вид анализа может рассматривать либо только ритм, либо только форму, или все в совокупности.

Рассмотрим пример формирования опорных структур на базе электрокардиосигнала. На электрокардиограмме (ЭКГ) наиболее информативен QRS-комплекс, поэтому он и служит основой исследования опорной структуры «формы» сигнала. Пример «формы» QRS-комплекса представлен на рисунке 2.

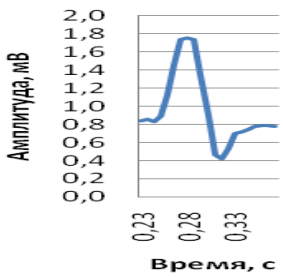


Рисунок 2 – QRS-комплекс на ЭКГ

Для разработки тестовой последовательности, нужно сформировать статистически обработанную имитационную модель ЭФС, т.е. выделить опорную структуру [4]. Для этого авторы статьи предлагают методику, представленную на рисунке 3.

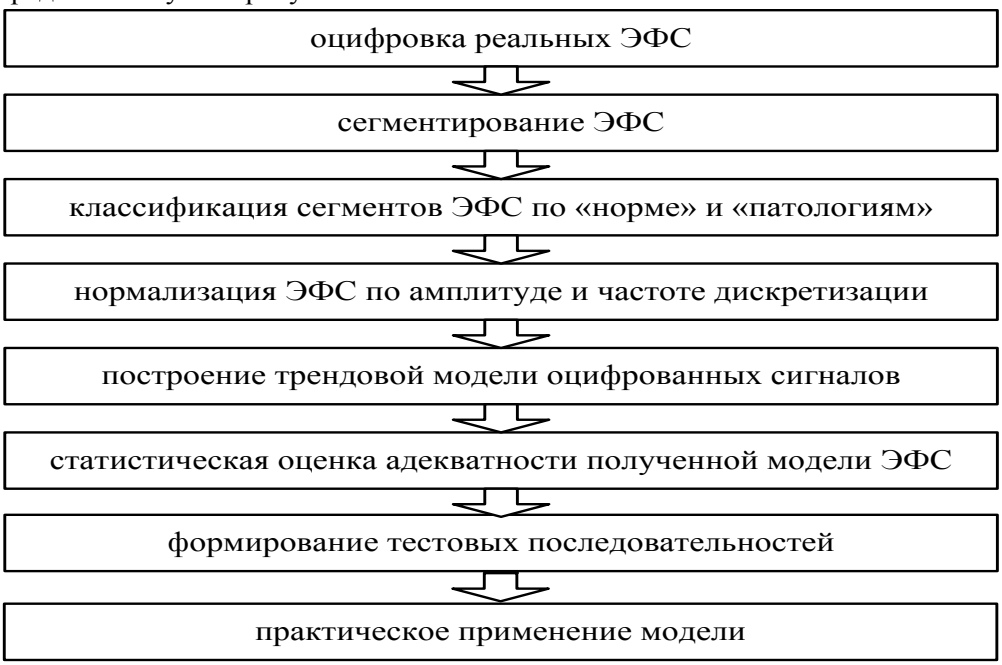


Рисунок 3 – Схема методики формирования моделей ЭФС

Оцифровку сигналов можно производить в программе Graph2digit, которая позволяет оцифровать график с заданным шагом и, при необходимости, отредактировать полученные результаты. Результаты оцифровки копируются в ячейки Microsoft Excel для дальнейшей обработки.

Разбиение на участки оцифрованного сигнала позволяет выбрать наиболее информативный и интересный для анализа сегмент сигнала. В качестве такого участка для ЭКГ выбирается QRS-комплекс.

Дальнейшая обработка сегментов ЭФС заключается в классификации по «норме» и «патологиям». Этот этап требует от исследователя определенных знаний в области анализа конкретных видов ЭФС и, как правило, к этой работе привлекается компетентный медицинский работник.

Для автоматизированной обработки накопленных данных требуется произвести нормализацию участков ЭФС по амплитуде и частоте. Процесс выравнивания амплитуд и частотных характеристик приводит все данные в одну систему координат.

С помощью полученных координат формируется графическое представление исходного сигнала, которое сравнивается с оригиналом.

Трендовая модель ЭФС, которая является опорной структурой ЭФС, находится по графическим отображениям в Microsoft Excel всех оцифрованных сигналов выборки (рис. 4).

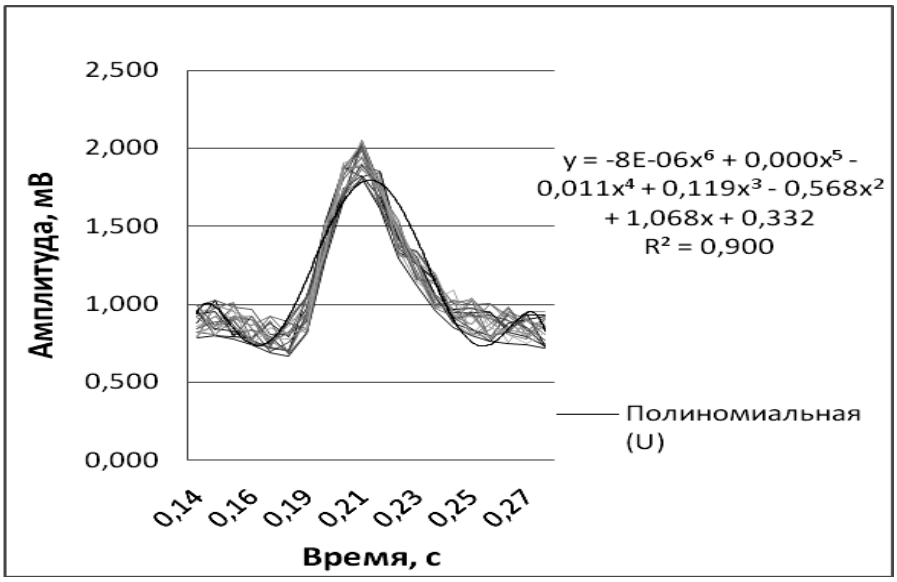


Рисунок 4 – Построение опорной структуры QRS-комплекса

Полученную опорную структуру ЭФС, необходимо статистически оценить на соответствие оригиналу. На рисунке 5 приведена схема последовательности действий при разработке методики соответствии модели оригиналу.

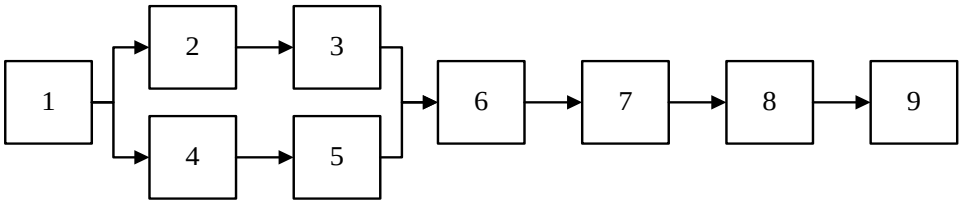


Рисунок 5 – Этапы разработки методики соответствия модели оригиналу

1. Исследуемый ЭФС;
2. Оцифровка ЭФС;
3. Графическое отображение оцифрованных ЭФС;
4. Анализ стандартных математических функций;
5. Представление импульсов сигналов стандартными математическими функциями;
6. Формирование опорных структур ЭФС по оцифрованным значениям сигналов;
7. Графическое сравнение реальных импульсов со стандартными математическими функциями;
8. Предварительная сравнительная статистическая обработка сформированной опорной структуры сигнала и математической модели;
9. Анализ полученных результатов представления сигналов стандартными математическими функциями.

Для описания опорных структур ЭФС применимы гостированные математические функции. В частности, на рисунке 6 видно, что для описания формы QRS-комплекса подходят колоколообразная, косинусквадратная, синусовая функции. Чтобы выбрать стандартную функцию, с помощью которой можно описать опорную структуру ЭФС, следует над ними произвести статистическую обработку.

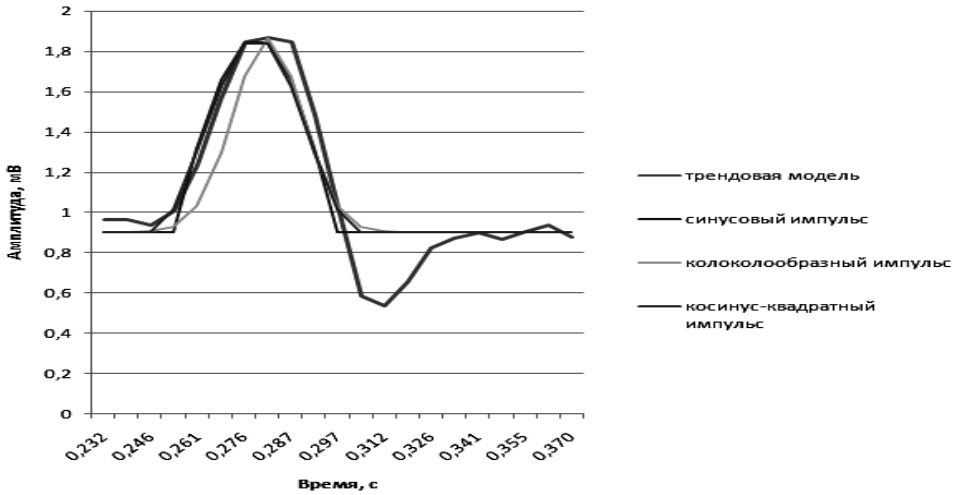


Рисунок 6 – Графики сравнения трендовой модели QRS-комплекса и синусового импульса, колоколообразного импульса, косинусквадратного импульса

Методами статистической обработки результатов исследования называются математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе исследования, можно обобщать, приводить в систему, выявляя скрытые в них закономерности. В зависимости от применяемых методов можно охарактеризовать выборочное распределение данных исследования, исследовать динамику изменения отдельных показателей, выявлять статистические связи, существующих между исследуемыми переменными величинами [5]. Главная цель статистических методов - представить количественные данные в сжатой форме, с тем, чтобы облегчить их понимание. Авторы статьи предлагают проводить предварительную статистическую обработку ЭФС с помощью режима «Описательная статистика» пакета «Анализ данных» Microsoft Excel.

В этом режиме сравниваются абсолютные значения моды, медианы и среднего между трендовой моделью сигнала и каждой сформированной математической моделью. Затем, необходимо оценить адекватность полученной модели оригиналу. Статистическая обработка результатов сводится к следующему. Выбирается метод сравнения параметров распределения выборок по разработанной схеме на рисунке 7. Определяются статистические критерии для оценки адекватности моделей [5]. Они могут быть: параметрическими или непараметрическими. Проверяется, либо отвергается гипотеза H_0. Определяются дополнительные условия для выбора критерия, т. к. многие критерии требуют выполнения специализированных дополнительных условий, без которых их использование будет некорректным.

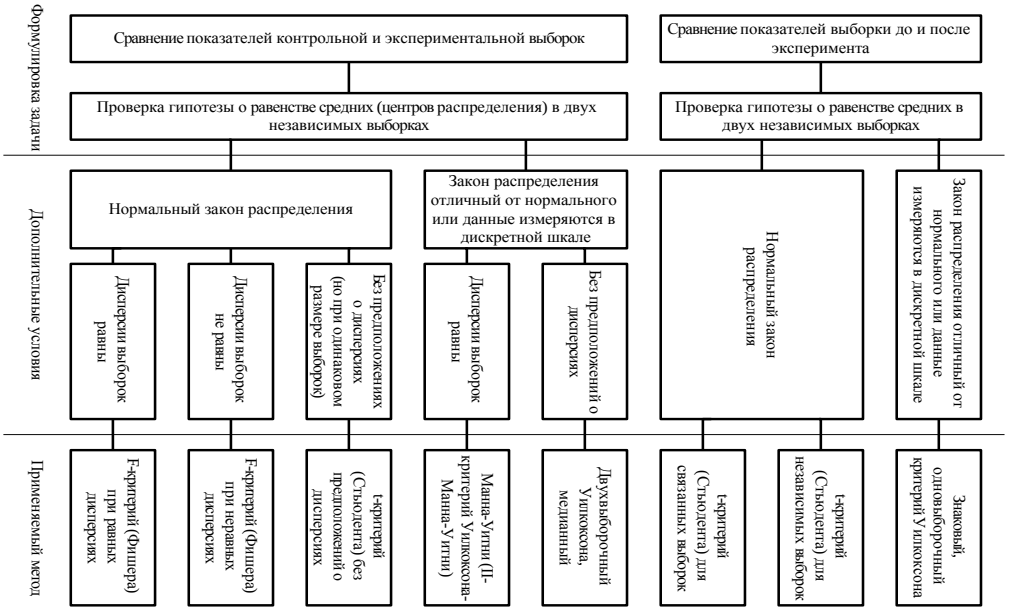


Рисунок 7 – Схема выбора статистического критерия для анализа данных

На основании проведения оценки соответствия модели оригиналу можно сделать следующие выводы: модели, определяющие косинусквадратную, а также колоколообразную форму сигнала наиболее применимы для описания импульсов QRS-комплекса на ЭКГ.

Представленный пример формирования тестовых последовательностей (ТП) показывает каким образом, математические модели и опорные структуры ЭФС с их основными информативными измеряемыми параметрами, могут служить основой для создания базы моделей тестовых последовательностей, предназначенных для оценки работоспособности диагностических приборов. Сформированная база моделей тестовых последовательностей, учитывающих особенности «нормы» и «патологии» сигналов, поможет проводить качественную оценку работоспособности медицинских приборов, аппаратов и систем, производящих автоматический анализ медико-биологических сигналов.

Список литературы

1. *Сидорова М.А. Особенности математических моделей электрофизиологических сигналов / М.А. Сидорова, С.Ю. Костенков, Д.С. Осипов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Экология. – 2013. – №9 (13) том 1. – С. 98-105.*
2. *Костенков С.Ю. Методика формирования математических моделей электрофизиологических сигналов / С.Ю. Костенков, М.А. Сидорова, Д.С. Осипов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Технические науки. Информационные технологии. – 2014. – №3 (19). – С. 125-132.*
3. *Костенков С.Ю. Особенности разработки программного имитатора электрофизиологических сигналов / С.Ю. Костенков, М.А. Сидорова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Технические науки. Информационные технологии. – 2013. – №10 (14). – С. 210-214.*

4. *Костенков С.Ю. Особенности имитационного моделирования электрофизиологических сигналов / С.Ю. Костенков, М.А. Сидорова // Биотехносфера. – 2014. – №3 (33).*
5. *Статистическая обработка [Электронный ресурс]: Режим доступа – http://statyx.ru/category/raschet-opisatelnih-statistik.*

УДК 681.3.067

АППАРАТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ АБДОМИНАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ У БОЛЬНЫХ ПЕРИТОНИТОМ

© ***А.И. Сафронов,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***В.Г. Васильков,*** *Пензенский институт усовершенствования врачей (г. Пенза, Россия)*
© ***Т.В. Истомина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.О. Осипов,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

APPARATUS FOR CONDUCTING LOCAL ABDOMINAL HYPOTHERMIA IN THE PATIENTS WITH PERITONITIS

© ***A.I. Safronov,*** *State Technological University (Penza, Russia)*
© ***V.G. Vasilkov,*** *Institute for Postgraduate Study of Doctors (Penza, Russia)*
© ***T.V. Istomina,*** *State Technological University (Penza, Russia)*
© ***K.O. Osipov,*** *State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена обоснованию разработки конструкции аппарата для проведения локальной абдоминальной гипотермии у больных с перитонитом в условиях отделения интенсивной терапии.

Ключевые слова: перитонит, гипотермия, локальная абдоминальная гипотермия.

Article is dedicated to the substantiation of the development of the construction of apparatus for conducting local abdominal hypothermia in the patients with peritonitis under the conditions of intensive care unit.

Key words: peritonitis, hypothermia, local abdominal hypothermia.

Многочисленные попытки отечественных и зарубежных ученых создать техническое средство для обеспечения локального снижения температуры тела у больных с тяжелым течением перитонита не удовлетворяют клиницистов по многим причина, среди которых главная — неудобство для проведения лечебно-диагностического процесса у этой категории больных, а также дороговизна аппаратуры. Поэтому в реальной клинической практике до сих пор используется старый, но крайне необходимый и эффективный способ — аппликация области живота пузырями со льдом в течение нескольких недель. На фоне использования высокотехнологичной техники для мониторинга и интенсивной терапии такая методика гипотермии выглядит анахронизмом.

Целью настоящего исследования является изучение возможности создания конкурентоспособного аппарата для проведения локальной

абдоминальной гипотермии с длительным управляемым охлаждением участков тела больного на основе использования термоэлектрических модулей Пельтье.

Задачи:

1. Изучение проблем проведения локальной абдоминальной гипотермии в условиях современного отделения реанимации.

2. Разработка конструктивных составляющих аппарата для проведения локальной абдоминальной гипотермии на основе термоэлектрических модулей.

Интенсивная терапия больных перитонитом до настоящего времени остается проблемой № 1 для большинства отделений хирургии, реанимации и интенсивной терапии. Несмотря на постоянное совершенствование методик оперативного вмешательства и интенсивной терапии, появление новых поколений антибиотиков и иммуномодуляторов, летальность больных этой категории остается такой же высокой, как и 25 лет назад [5, 6]. Современные подходы к интенсивной терапии перитонита включают адекватное хирургическое лечение, антибактериальную терапию и ряд других методов, среди которых локальная абдоминальная гипотермия занимает особое место. В отличие от общей гипотермии, которая используется врачами с древних времен, локальные методы охлаждения участков человеческого организма нашли научное обоснование и клиническое применение только к середине XX века. Широкое внедрение методов лечебной гипотермии в практику интенсивной терапии произошло благодаря работам В.А. Неговского, А.Н. Бакулева, Е.Н. Мешалкина, В.А. Букова, С.М. Зольникова и многих других корифеев отечественной медицины [3, 9, 10].

В детальном исследовании Василькова В.Г., 1977 [4] обобщен обширный экспериментальный и клинический материал по локальной абдоминальной гипотермии при перитоните. Показано преимущество использования локальных способов гипотермии перед общей гипотермией.

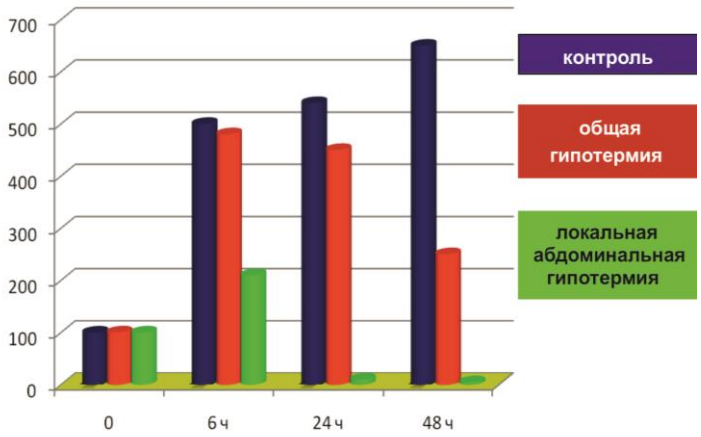


Рисунок 1 – Количество микроорганизмов в 1 мл перитонеального экссудата у собак с экспериментальным разлитым перитонитом при различных способах гипотермии [Васильков В.Г., 1977]

При этом выявлено, что лечебный эффект гипотермии при перитоните достигается за счет снижения всасывательной способности воспаленной брюшиной, повышения чувствительности микрофлоры к антибиотикам и снижения потребностей тканей в кислороде. Преимущества локальной абдоминальной гипотермии по сравнению с другими видами гипотермических методик проиллюстрированы на рисунке 1.

К настоящему времени большинство механизмов лечебного воздействия локальной абдоминальной гипотермии при перитоните достаточно детально изучены [1, 3, 4, 7, 9, 10].

В развитии патологических процессов при перитоните ведущую роль играет накопление в организме токсинов вследствие повышенной всасываемости продуктов деструкции воспаленной брюшиной, быстрое распространение инфекционного начала и, как следствие, — кислородное голодание на уровне всех тканей [2, 4, 7].

Методика локальной абдоминальной гипотермии проводится интенсивным снижением температуры органов брюшной полости путем охлаждения передней брюшной стенки различными способами. При этом добиваются очень важных эффектов:

- снижения всасывательной способности воспаленной брюшины,
- подавления роста и развития микрофлоры в брюшной полости,
- повышения чувствительности микрофлоры перитонеального экссудата к антибиотикам,
- снижения потребностей тканей в кислороде.

Для клинического использования отечественная промышленность (до 1980 г.) серийно производила различные аппараты для проведения лечебной гипотермии. Однако преимущества использования этой методики нередко нивелировались недостатками технического характера: громоздкость аппаратуры, изготовленной из промышленных холодильных установок, трудность выдерживания температурных режимов, утечки хладоносителя, выраженное шумовое сопровождение, помехи для мониторинга других параметров, дороговизна аппаратуры и технического обслуживания. Наряду с этими технологичными методами понижения температуры, популярными оставались простейшие методы отведения тепла с помощью пузырей со льдом, что продолжается и в настоящее время.

В середине 80-х годов прошлого века полностью прекратилось производство отечественного оборудования для гипотермии, существенно уменьшился объём клинического применения методик и научных исследований. В этот же период наблюдался активный рост интереса к проблеме в США и странах Западной Европы [11]. Конструктивные решения, использованные ранее в отечественных аппаратах, не претерпели существенных изменений в современных импортных устройствах поверхностного охлаждения. Основу их составляют холодильный агрегат (обычно компрессорного типа) для охлаждения хладоносителя и гидравлическая система, обеспечивающая принудительную циркуляцию хладоносителя через криоаппликатор. Следует заметить, что импортные аппараты для лечебной гипотермии жёстко запрограммированы для воспроизведения конкретных методик, что делает их малопригодными для исследований и поиска путей оптимизации гипотермических воздействий [11].

Помимо положительных воздействий даже умеренная общая гипотермия несёт опасность развития осложнений, которые резко нарастают при достижении базальной температуры тела ниже +32°С. Электрическая нестабильность сердца, угнетение сердечного выброса, падение артериального давления могут оказаться фатальными на фоне имеющейся патологии. Как полагает большинство исследователей эти изменения происходят за счет глубокого угнетения метаболизма, расстройства кислотно-основного состояния, нарушения агрегатных свойств крови [4, 8].

Развитие электронной промышленности позволило инженерной мысли обратиться к известному эффекту Пельтье для создания охлаждающих устройств в электронной аппаратуре.

Эффект Пельтье был открыт французом Жаном-Шарлем Пельтье в 1834 году. При проведении одного из экспериментов он пропускал электрический ток через полоску висмута, с подключенными к ней медными проводниками. В ходе эксперимента он обнаружил, что одно соединение висмут-медь нагревается, другое – остывает. Сам Пельтье не понимал в полной степени сущность открытого им явления. Истинный смысл явления был позже объяснён в 1838 г Ленцем. Уже в XX веке было выяснено, что эффект Пельтье значительно сильнее проявляется при соединении полупроводников разных типов. В зависимости от направления протекания электрического тока, энергия либо поглощается, либо выделяется. В связи с этим поглощается или выделяется тепло. На этой основе было сконструировано большое количество охлаждающих устройств. В настоящее время термоэлектрический метод охлаждения приборов достаточно широко распространен благодаря ряду преимуществ по сравнению с другими методами охлаждения (простота управления, возможность тонкого регулирования температуры, бесшумность работы, высокая надежность, отсутствие движущихся частей). При этом на рынке имеется большое количество термоэлектрических модулей с различными рабочими характеристиками, выпускаемые отечественной промышленностью (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики термоэлектрических модулей CP1.0-127-06L, выпускаемых ИПФ КРИОТЕРМ (г. Санкт-Петербург)

ТИП	I max A	U max B	Q max Вт	D max град С	Габариты мм
CP1.0-127-06L	3	15.5	26.5	72	30.0x30.0x3.9
CP1.4-127-10L	3.7	15.5	34.5	73	40.0x40.0x4.7
CP1.4-71-064	6	8.6	29.6	72	30.0x30.0x3.9
CP1.4-127-045L	8,5	15.5	72	71	40.0x40.0x3.4
CP1.0-127-05L	3,9	15.5	34.5	71	30.0x30.0x3.6
CP1.0-71-05L	3.9	8.6	19.5	71	22.4x22.4x3.6
CP1.4-127-06L	6	15.5	53	72	40.0x40.0x3.8

CP - англоязычные начальные буквы слов КУЛЛЕР ПЕЛЬТЬЕ
1.0 - размер стороны ветви термоэлемента в мм
127 - количество термоэлементов

Единичным элементом ТЭМ является термопара, состоящая из одного проводника (ветки) p-типа и одного проводника n-типа. Термоэлектрический модуль представляет собой совокупность таких термопар, обычно соединенных между собой последовательно по току и параллельно по потоку тепла. Термопары помещаются между двух керамических пластин (рис.2).

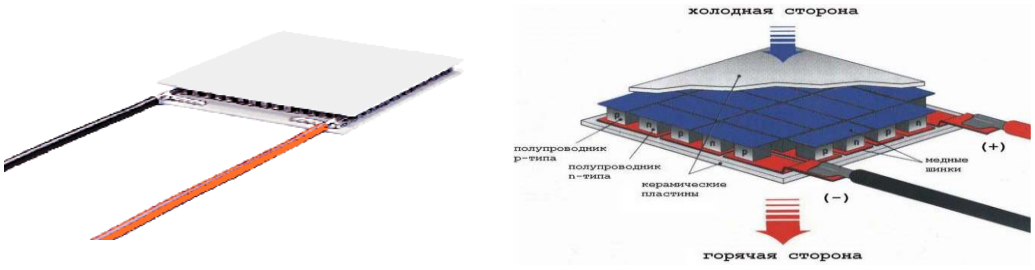


Рисунок 2 – Внешний вид и схема строения ТЭМ

Количество термопар может варьироваться в широких пределах – от нескольких единиц до нескольких сотен, что позволяет создавать ТЭМ с холодильной мощностью от десятых долей ватта до сотен ватт.

Термоэлектрический модуль (ТЭМ) представляет собой совокупность термопар (проводника p-типа и одного проводника n-типа), обычно соединенных между собой последовательно по току и параллельно по потоку тепла.

Конструктивные составляющие предлагаемого прибора на основе ТЭМ: блок питания; блок управления температурой охлаждающего пояса; блок мониторинга; охлаждающий пояс.

Блок питания необходим для преобразования переменного тока с U=220В, в постоянный U=12В. Таким образом, напряжение в разрабатываемом приборе будет около 12В, что является безопасным для человека.

Блок управления температурой охлаждающего пояса имеет регулятор температуры охлаждения. По мере охлаждения пояса, внешняя его сторона будет нагреваться. Для отведения излишнего тепла используется окружающий воздух, который проходит по горячей стороне в герметичной полости способом «змейки» и выводится вне пояса, получая тем самым охлаждение горячей стороны и дополнительную термическую защиту для пациента (рис. 3).

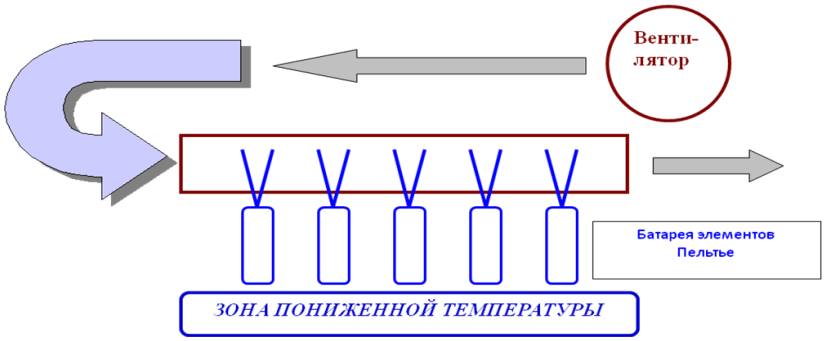


Рисунок 3 – Принципиальная схема работы аппарата для локальной гипотермии

Блок мониторинга предназначен для контроля и обработки данных с датчиков температуры, установленных в различных местах охлаждающего пояса, и изменять по необходимости параметры тока, исходя из показаний внутренней и внешней температуры тела пациента.

Охлаждающий пояс – основная часть прибора. В основе конструкции использованы термоэлектрические модули Пельтье производителя ИПФ КРИОТЕРМ (г. Санкт-Петербург). ТЭМ в охлаждающем поясе располагаются в шахматном порядке на некотором расстоянии друг от друга. Горячая сторона пояса изготовлена из теплоизолирующего материала для защиты пациента от ожогов. Холодная сторона сделана из материала, хорошо пропускающего тепло, и имеющая возможность моделировать форму охлаждаемой поверхности тела пациента.

Таким образом, развитию актуального направления в интенсивной терапии перитонита – локальной абдоминальной гипотермии – в настоящее время препятствует отсутствие в клинике компьютеризированных систем для проведения этой процедуры (как у нас, так и за рубежом) на основе современных достижений медицинского приборостроения, в то время как летальность больных при перитоните за последние 20 лет не снижается.

Разработанный в процессе исследования вариант аппарата для проведения локальной абдоминальной гипотермии находится на стадии патентования заявки на полезную модель.

Список литературы

1. *Анисимов А.Ю. Экспериментальное и клиническое обоснование интраоперационной локальной абдоминальной гипотермии при механических травмах живота // Вестник хирургии им.И.И. Грекова, 1998. – N 4. – С. 62-65.*
2. *Бердикян А.С. Интраоперационная гипотермия: причины, патогенетическое значение, профилактика. Обзор литературы. Часть 2 / А. С. Бердикян, А. В. Марченко // Вестник интенсивной терапии . – 2002 . – N2 . – С. 40-44;*
3. *Буков В.А. Холод и организм. Вопросы общего глубокого охлаждения животных и человека. Л., 1964, 216 с.;*
4. *Васильков В.Г. Интенсивная терапия с использованием локальной гипотермии в неотложной хирургии органов брюшной полости. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. – Свердловск, 1977. – 34 с.*
5. *Васильков В.Г., Сафронов А.И., Купцова М.Ф., Филиппова Л.А., Чернова Т.В. Интенсивная терапия перитонита. Четверть века поисков // Матер. XII-го съезда анестезиологов и реаниматологов (19-22 сентября 2010 г. Москва). – С. 81-82*
6. *Васильков В.Г., Шикунова Л.Г., Сафронов А.И., Купцова М.Ф., Филиппова Л.А., Чернова Т.В. Инновации в интенсивной терапии перитонита // Матер. IV съезда анестезиологов-реаниматологов Узбекистана: Ташкент, 24-25 октября 2013 г. – С. 151-152.*
7. *Куликов, Ю.Н. Локальная абдоминальная гипотермия в интенсивной терапии разлитого гнойного перитонита у детей: Автореферат дисс. ... канд. мед. наук. — Харьков, 1989. — 19 с.*
8. *Ловцевич И.В., Гутников А.И., Давыдова Л.Г. Гипотермия как метод нейропротекции у пациентов с повреждениями структур задней черепной ямки // 6-я НПК «Безопасность больного в анестезиологии и реаниматологии», М., 2008. С. 43–44*
9. *Неговский В.А. Оживление организма и искусственная гипотермия. М.: Медгиз, 1960. 302 с.*
10. *Усенко Л.В., Царев А.В. Искусственная гипотермия в современной реаниматологии // Общ. реаниматол. 2009, Т. V, № 1. С. 21–23.*
11. *Шевелёв О.А., Бутров А.В. Технологии лечебной гипотермии в интенсивной терапии и реаниматологии // Неотложная медицина. – 2010, – № 3.*

УДК 616-097; 616.8-009.7

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА – ЕСТЕСТВЕННЫХ АНТИТЕЛ К ЭНДОГЕННЫМ РЕГУЛЯТОРАМ БОЛИ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ДОРСАЛГИИ

© ***А.И. Левашова,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***В.С. Морозова,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***О.Ю. Полывяная,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***С.Н. Петроченко,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***Н.Ю. Келина****, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***М.А. Мягкова,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
© ***И.А. Мосейкин,*** *Российская медицинская академия последипломного образования (г. Москва, Россия)*

THE ALTERATIONS OF LEVELS OF NATURAL ANTIBODIES TO ENDOGENOUS BIOREGULATORS DURING TREATMENT OF CHRONIC DORSALGY

© ***A. I. Levashova,*** *Institute of Bioactive Substances of RAS (Chernogolovka, Russia)*
© ***V.S. Morozova,*** *Institute of Bioactive Substances of RAS (Chernogolovka, Russia)*
© ***O.Yu. Polyvyanaya,*** *Institute of Bioactive Substances of RAS (Chernogolovka, Russia)*
© ***S. N. Petrochenko,*** *Institute of Bioactive Substances of RAS (Chernogolovka, Russia)*
© ***N.J. Kelina,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***M.A. Myagkova,*** *Institute of Bioactive Substances of RAS (Chernogolovka, Russia)*
© ***I. A. Moseykin,*** *Russian Medical Academy of Postgraduate Education (Moscow, Russia)*

Целью работы явилось исследование уровней естественных антител (е-Ат) к эндогенным биорегуляторам, участвующим в проведении болевого импульса, у пациентов, страдающих хронической дорсалгией вертеброгенного генеза. Определены профили содержания е-Ат к эндогенным пептидам *β*–эндорфину, орфанину, ангиотензину и биогенным аминам дофамину, серотонину и гистамину в сыворотке пациентов в 1, 10 и 21 дни обследования и выявлены их гендерные особенности. Наиболее выраженный иммунный ответ на каждом этапе исследования наблюдался в отношении е-Ат к эндогенным опиатам – орфанину и *β*-эндорфину, причем более высокие показатели выявлены у женщин. Проведена динамическая оценка болевого синдрома (БС) по визуально-аналоговой шкале за период лечения (21 день). Сравнение уровней боли и иммунологических показателей показало, что на фоне достоверного снижения интенсивности БС значимого изменения уровней е-Ат не выявлено. По всей видимости, отсутствие изменений содержания антител связано с долговременным характером развертывания иммунных реакций. В связи с этим необходимо более длительное наблюдение за пациентами с хронической болью.

Ключевые слова: естественные антитела, эндогенные биорегуляторы, хроническая боль в спине

The aim of study was to investigate the levels of natural antibodies (n-Ab) to endogenous bioregulators of pain processing in chronic low back pain patients using ELISA technique. Comparative profiles of n-Abs to endogenous peptides β-endorphin, orphanin, angiotensin and biogenic amines dopamine, serotonin and histamine were defined in the serum of patients in the 1, 10 and 21 days of the survey and gender

features of e-Abs profiles were identified. The most pronounced immune response at each stage of the study was observed for n-Abs to endogenous opioids - β-endorphin and orphanin, and higher absolute values were found in women group. The intensity of pain syndrome was assessed by the visual analog scale during. Comparing the dynamics of pain levels and immunological parameters we observed the significant reduction of the pain intensity without significant changes in the levels of n-Abs to any antigen. Probably, minor changes in n-Abs levels are associated with long-term pattern of immune response amplification. In this connection, the longer observation time of patients with chronic pain is nessesary.

Key words: Natural antibodies, endogenous mediators, chronic low back pain.

В период 2000-2010 г.г. Всемирная организация здравоохранения проводила Декаду костно-суставных болей. Одним из пяти основных направлений в рамках Декады выделены боли в спине, которые занимают ведущее место по количеству дней нетрудоспособности среди работающего населения. Основными причинами болей в спине долгое время считали дегенеративно-дистрофические изменения, которые выявляли с помощью спондилографии, компьютерной или магнитно-резонансной томографии. Однако эти изменения нечасто коррелируют с клинической картиной БС [1].

Перспективным подходом в решении этой задачи является выявление биохимических маркеров хронической боли, отражающих состояние ноцицептивной и антиноцицептивной систем организма.

В настоящее время накоплен значительный материал о роли различных нейромедиаторных систем в проведении и ингибировании болевого импульса [5, 6]. Показано, что болевой синдром вызывает индивидуальные изменения содержания многих биорегуляторов в периферической и центральной нервных системах. Можно предположить, что также будет изменяться количество естественных антител (е-Ат) к эндогенным биорегуляторам при БС, так как известно, что при других патологических состояниях уровень некоторых е-Ат в кровотоке достоверно изменяется [3].

Роль е-Ат, направленных к медиаторам болевого процесса, в развитии хронических невропатических болевых синдромов остается малоизученной [2].

Целью настоящей работы было исследование динамических изменений в содержании е-Ат к ряду эндогенных биорегуляторов пептидной и моноаминовой природы у больных, страдающих хронической болью в спине (ХБС), а также выявление возможных гендерных особенностей динамики уровней исследуемых е-Ат.

В исследование было включено 178 пациентов из них 105 женщин и 73 мужчины в возрасте от 16 до 72 лет (средний возраст 46,5 ± 11,7 лет) с вертеброгенным БС (ВБС). В качестве контрольной группы исследовали сыворотку крови 36 здоровых людей (17 женщин и 19 мужчин), возраст от 22 до 58 лет (средний возраст 38±9 лет).

У всех пациентов отмечалась выраженная боль в пояснично-крестцовом отделе. Пациенты включались в исследование при отсутствии тяжелых сопутствующих соматических, неврологических или психических заболеваний. Критериями исключения были: наличие объёмных образований, системные заболевания (болезнь Бехтерева и т.д.), инфекционные заболевания, травмы. У всех пациентов проводилось комплексное базовое лечение.

Для оценки выраженности болевого синдрома применяли визуально-аналоговую шкалу боли (ВАШ), которая позволяют оценить субъективные болевые ощущения, которые испытывает пациент боли в момент исследования. Недостатком метода является отсутствие учета эмоциональной составляющей болевого синдрома, что вносит существенные погрешности в показатель ВАШ.

Определение уровней е-Ат к эндогенным биорегуляторам в сыворотке крови проводили методом ИФА [4]. Измерение уровней е-Ат и выраженность БС проводили в 1 день (1 этап), на 10 день (2 этап) и 21 день (3 этап) лечения и 31 день (4 этап).

Для описания степени отклонения от нормы исследуемых показателей у пациентов с ВБС были рассчитаны Хср (среднее значение) и σ (среднеквадратичное отклонение) по данным здоровых людей для каждого эндогенного биорегулятора (ЭБ). В качестве нормальных значений уровня антител к ЭБ считали интервал Хср ± σ, к пониженным показателям относили значения ниже порога Хср – σ, повышенные значения находились в интервале от (Хср + σ) до (Хср + 3σ), к высоким относили значения, превышающие порог Хср + 3σ.

Для определения динамики уровней е-Ат рассчитали разность показателей уровней е-Ат между 1-ым и 10-м днём, 1-ым и 21-ым (рис.3), 1-ым и 31 днями обследования. Полученные значения разделили на три группы: 1 группа пациентов, у которых уровень е-Ат понизился (разность показателей уровней е-Ат ниже -2σ), 2 группа пациентов, у которых уровень е-Ат не изменился, разность значений лежит в диапазоне -2σ до +2σ, и 3 группа пациентов, у которых уровень е-Ат повысился, разность значений выше +2σ.

Статистический анализ данных проводили с помощью программы «Statistica 6.0». Для оценки эмпирических распределений полученных данных использовали критерий нормальности. В случае нормального распределения признаков значимость их различий в группах определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Для распределений, отличающихся от нормального, использовали таблицы сопряженности с применением критерия χ^2. Достоверными считали различия между группами при $p<0,05$.

Результаты и обсуждение. Известно, что восприятие боли в достаточной мере зависит от пола. В нашем исследовании пациенты были разделены на две группы по гендерному признаку, и все показатели рассматривались в зависимости от него.

Определение содержания е-Ат к эндогенным пептидам и биогенным аминам показало, что у больных (как мужчин, так и женщин) уровни исследуемых е-Ат достоверно выше, чем в здоровой популяции (табл.1).

Таблица 1 – Уровни антител эндогенным биорегуляторам в сыворотке крови здоровых людей и больных, страдающих хроническим вертеброгенным болевым синдромом

Антитела к	Значение оптической плотности в ИФА (OD_{450})			
	МУЖЧИНЫ		ЖЕНЩИНЫ	
	здоровые	больные*	здоровые	больные*
В-эндорфину	0,58 ± 0,16	0,96 ± 0,31	0,56 ± 0,18	1,16 ± 0,23
орфанину	0,64 ± 0,16	1,04 ± 0,31	0,62 ± 0,24	1,23 ± 0,26
серотонину	0,70 ± 0,17	0,90 ± 0,29	0,69 ± 0,18	0,89 ± 0,26
дофамину	0,68 ± 0,16	0,96 ± 0,27	0,66 ± 0,17	0,91 ± 0,24
гистамину	0,71 ± 0,17	1,23 ± 0,30	0,70 ± 0,16	1,17 ± 0,31
ангиотензину	0,68 ± 0,23	0,93 ± 0,26	0,69 ± 0,22	0,86 ± 0,21

***р между группами здоровых и больных < 0.001**

Интенсивность боли в момент поступления оценивалась пациентами как сильная и средняя, показатели статистически не различались по полу (табл.2). Однако через 10 дней интенсивной терапии было установлено, что редукция БС у мужчин (32%) достоверно более выражена, чем у женщин (22%).

К концу лечения об отсутствии боли сообщили 13% женщин и 16% мужчин, у 26% женщин и 11% интенсивность БС осталась на прежнем уровне, у остальных боль уменьшилась в разной степени.

Таблица 2. Интенсивность боли у пациентов по визуально-аналоговой шкале

ЭТАП	Медиана интенсивности боли, баллы		p
	мужчины	женщин	
1 день	5,37 ± 1,89	5,76 ± 1,60	0.150
10 день	3,66 ± 2,30	4,48 ± 2,07	0.017
21 день	3,12 ± 2,46	3,47 ± 2,17	0.331

На основании данных ИФА были рассчитаны процентные распределения пациентов (профили е-Ат) по четырем группам: с пониженным, нормальным, повышенным и высоким уровнем соответствующих антител для каждого этапа обследования. Общие профили 1 и 21 дня представлены на рисунке 1.

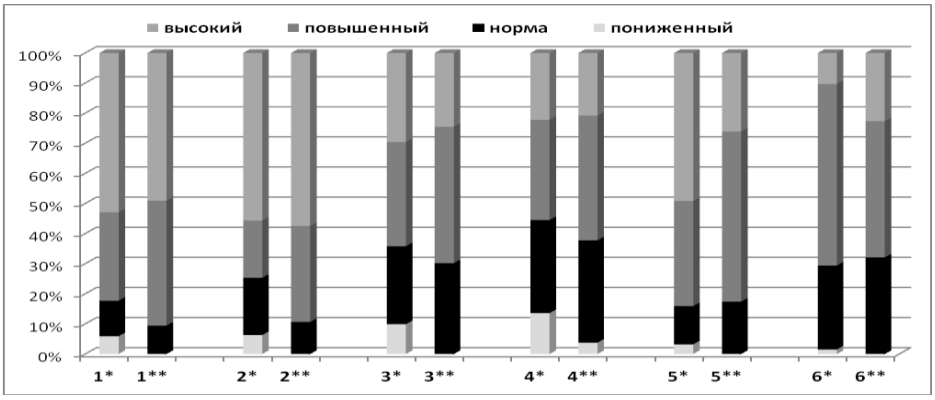


Рисунок 1 – Сравнение процентных распределений женщин, страдающих хроническим БС, в 1(*) и 21(**) дни лечения по группам с высокими, повышенными, нормальными и пониженными значениями уровней е-Ат. 1, 2, 3, 4, 5, 6, - е-Ат к β-эндорфину, орфанину, серотонину, дофамину, гистамину и ангиотензину, соответственно

Анализ этих данных показывает, что наиболее выраженные изменения е-Ат наблюдались для е-Ат против эндогенных опиатов орфанина и *β*-эндорфина. Так, более чем у половины пациенток обнаружены высокие уровни е-Ат к этим эндогенным биорегуляторам, что свидетельствует, по-видимому, о недостаточном количестве свободных опиатов, необходимых для взаимодействия с соответствующими рецепторами, в результате чего происходило бы ингибирование болевого сигнала.

Сравнение групп по каждому виду е-Ат в отдельности показывает, что растет число больных с повышенным уровнем е-Ат (3 группа), за исключением е-Ат к ангиотезину. Однако, эти изменения не достигают уровня статистической значимости. Снизилось число пациенток с высоким уровнем е-Ат к β-эндорфину, дофамину, серотонину и гистамину (4 группа).

Общей закономерностью для е-Ат всех специфичностей является присутствие определенного процента пациенток (1,5 – 13,6%) с пониженными уровнями е-Ат в начале обследования (группа 1), и их отсутствие после лечения, за исключением е-Ат к серотонину. Хотя уменьшение процента

пациенток с пониженным уровнем этих е-Ат также наблюдалось (на 9,6%). Таким образом, в результате 21-дневного курса лечения уровни е-Ат у ряда пациентов возвращаются к норме.

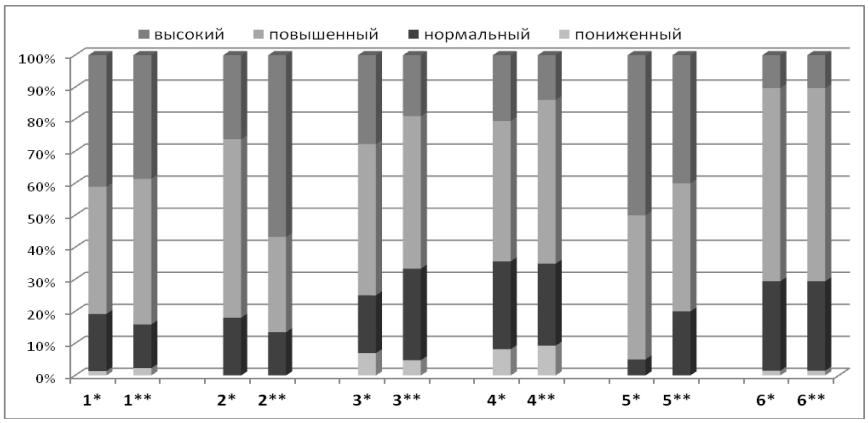
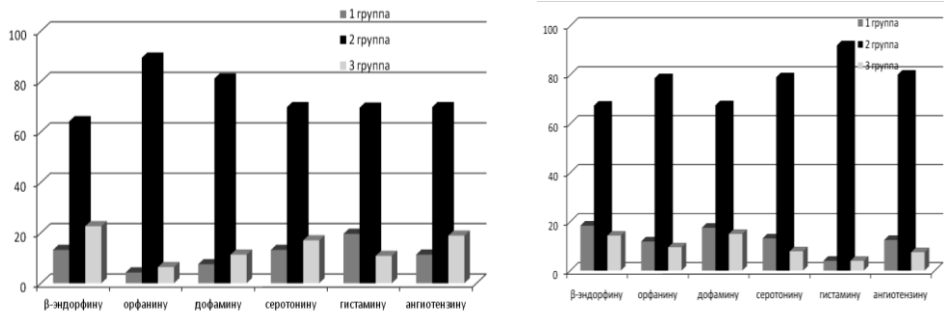


Рисунок 2 – Сравнение процентных распределений мужчин, страдающих хроническим БС, в 1(*) и 21(*) дни лечения по группам с высокими, повышенными, нормальными и пониженными значениями уровней е-Ат. Цифровые обозначения такие же, как на рис.1

Анализируя профили уровней е-Ат у мужчин (рис. 2), можно заметить, что в группе высоких значений наиболее высокие показатели наблюдались для е-Ат к эндогенным опиатам (17-41%) и гистамину (40%), аналогично распределению е-Ат у женщин в той же группе. Однако в сравнении с абсолютными показателями для женщин они ниже: у мужчин преобладают не высокие, а повышенные уровни е-Ат. Это может указывать на менее выраженную недостаточность антиноцицептивной системы. Это предположение подтверждают данные по динамике регресса болевого синдрома (табл.2). Так, у мужчин на 10 день интенсивность боли была достоверно ниже, чем у женщин (p=0,017).



а **б**

Рисунок 3 – Изменение индивидуальных иммунологических показателей (содержания е-Ат к эндогенным биорегуляторам) в сыворотке крови женщин (а) и мужчин (б), с хроническим вертеброгенным БС за 21 день, Обозначения по оси ординат: процент пациентов, у которых уровень соответствующих антител достоверно понизился (1 группа), достоверно не изменился (2 группа), достоверно повысился (3 группа)

Динамика содержания исследуемых е-Ат за 21 день показала (рис. 3), что у большинства женщин и мужчин уровни антител к ЭБ за период исследования достоверно не изменились. У женщин наибольшим колебаниям были подвержены е-Ат к *β*-эндорфину, они изменились у трети пациенток (34%), из них у 13% уровень е-Ат понизился, а у 23% уровень повысился. Уровни других е-Ат изменились у 10-30% пациенток.

Снижение (1 группа) и повышение (3 группа) показателей е-Ат распределилось примерно поровну. Так уровни е-Ат к орфанину понизились у 4%, а повысились у 6% женщин, эти показатели для е-Ат к дофамину составили 8% и 11%, е-Ат к серотонину 13% и 17%, е-Ат к гистамину 20% и 11%, е-Ат к ангиотензину 11% и 20%, соответственно. Таким образом, можно отметить тенденцию к повышению уровней е-Ат к к β-эндорфину и ангиотензину и тенденцию к понижению уровней е-Ат к гистамину.

У мужчин, в целом индивидуальные уровни е-Ат снизились на 5-10% процентов больше, чем у женщин. Уровни е-Ат к опиатаму мужчин снизились на 12-18%, что на 5-8% больше, чем у женщин, уровни е-Ат к дофамину снизились на 17,5%, что 10% больше по сравнению с женщинами. Уровни е-Ат к серотонину снизились на 13,2% как у мужчин, так и у женщин. Однако содержание е-Ат к гистамину снизилось больше у женщин (на 10%).

Таким образом, наблюдается тенденция к возвращению уровней е-Ат к норме, у мужчин этот процесс происходит несколько быстрее. Отсутствие статистически значимых изменений индивидуального содержания антител за исследуемый период связано, скорее всего с долговременным характером развертывания иммунных реакций. В связи с этим предполагаем, что наблюдение за пациентами с хронической болью для выявления достоверных сдвигов в содержании сывороточных антител должно, по всей видимости, охватывать более длительные промежутки времени.

В результате исследования были определены профили содержания антител к биорегуляторам болевого синдрома в сыворотке крови пациентов, страдающих хронической болью в спине, и выявлены индивидуальные особенности изменения этих профилей за период лечения. Также обнаружены гендерные отличия в уровнях е-Ат: у мужчин в среднем преобладают повышенные уровни е-Ат (в среднем у 49% мужчин), а у женщин более выражен иммунный ответ к опиатным пептидам (52-56%).

В ходе изучения индивидуальных профилей е-Ат в динамике было обнаружено отсутствие статистически значимых изменений уровней е-Ат за период исследования (21 день). По-видимому, для выявления значимых изменений необходимо более длительное наблюдение за такими пациентами.

Список литературы

1. *Баринов А.Н. Современный подход к диагностике и лечению боли в спине // РМЖ. – 2013. – спец.выпуск. – С.8-15.*
2. *Евсеев В.А., Игонькина С.И., Ветрилэ Л.А. Иммунологические аспекты патологической боли // Вестник РАНМ. – 2003. – № 6. – С. 12–16.*
3. *Морозов Г.В., Асанова Л.М., Лаврова Т.Н., Давыдов Д.М., Полетаев А.Б., Морозов С.Г. Особенности гуморального иммунитета у женщин с невротическими депрессиями // Журн. неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. – 2000. – №9, – С. 39–44.*
4. *Морозова В.С., Полывяная О.Ю., Петроченко С.Н., Шипицын В.В., Мягкова М.А., Мосейкин И.А. Определение естественных антител к*

эндогенным биорегуляторам у людей с острой и хронической болью методом иммуноферментного анализа и их связь с гендерными особенностями // Земский врач. – 2013. – №1 (18), – С. 5-9.
5. *Akopian AN, Ruparel NB, Jeske NA, Patwardhan A, Hargreaves KM. Role of ionotropic cannabinoid receptors in peripheral antinociception and antihyperalgesia. // Trends Pharmacol Sci. – 2009. – № 30(2): – C. 79-84.*
6. *Pan H.-L., Wu Z.-Z., Zhou H.-Y, at al. Modulation of Pain Transmission by G Protein-Coupled Receptors // Pharmacol Ther. – 2008. – № 117(1). – P. 141–161.*

УДК 616 071.2

СИСТЕМА ДЛЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

© ***Т.В. Истомина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Н.Ю. Косенок,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

SYSTEM OF LIFE-SUPPORT IN THE EXTREME SITUATIONS

© ***T.V. Istomina****, Penza State Technological University, (Penza, Russia)*
© ***N.Y. Kosenok,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

В данной статье предложена разработка портативного комплекса для непрерывного дистанционного контроля физиологического состояния и местоположения человека в режиме реального времени.

Ключевые слова: комплекс для дистанционного мониторинга физиологического состояния человека, биометрические датчики, беспроводная передача данных.

Annotation: In this scientific article proposes the development of portable complex for continuous remote monitoring of physiological state and it is currently owned by application of the person in the real-time mode.

Key words: complex for remote monitoring of the physiological condition of the person, biometric sensors, wireless data transmission.

E-mail: istom@mail.ru; komers777777@mail.ru

Состояние человека под воздействием различных факторов внешней среды может ухудшаться, что отражается на результатах индивидуальной и коллективной деятельности. Повышение уровня безопасности человека в современном мире требует создания системы для контроля физиологического состояния и местоположения. Люди пожилого возраста, а также те, чья деятельность связана с экстремальными физическими и психологическими нагрузками, являются потенциальными потребителями подобных систем [1].

В российских условиях, с протяженностью территории, большими расстояниями до центров высокотехнологичной помощи, невозможностью быстрого увеличения их количества для решения, отсутствием социальной инфраструктуры для развития качественного медицинского сервиса повсеместно, система жизнеобеспечения может стать стратегическим решением многих социальных проблем. Поэтому необходима дистанционная оценка

функционального состояние больных, относящихся к группам риска и людей, осуществляющих деятельность в условиях экстремальных ситуациях.

Создание носимой системы для дистанционного непрерывного персонифицированного контроля основных жизненных функций человека связано с решением широкого круга технических задач. Универсальные приборы для дистанционного медицинского контроля отсутствуют, а автоматические измерители основных физиологических параметров, получившие признание у клиницистов, непригодны в «полевых условиях» [2].

Разрабатывается проект системы жизнеобеспечения в виде приборного комплекса, включающего биометрические датчики и программное оборудование. Носимая часть обеспечивает получение основных физиологических параметров: пульса; частоты дыхания; процента насыщения крови кислородом; среднего артериального давления; температуры кожного покрова. Система оценивает параметры положения и движения положения тела, двигательной активности и местоположения (по GSM и GPS) (рис. 1) .

Система представляет собой нательную одежду с расположенными в ней измерителем температуры, электрокардиографом, пульсоксимером, сенсоры которых установлены с возможностью контактирования с участками тела контролируемого объекта (определяющие температуру кожного покрова, пульс, процент насыщения крови кислородом), а также плетизмограф и акселерометр-инклинометр, (контролирующие соответственно частоту дыхания, положение тела и активность).

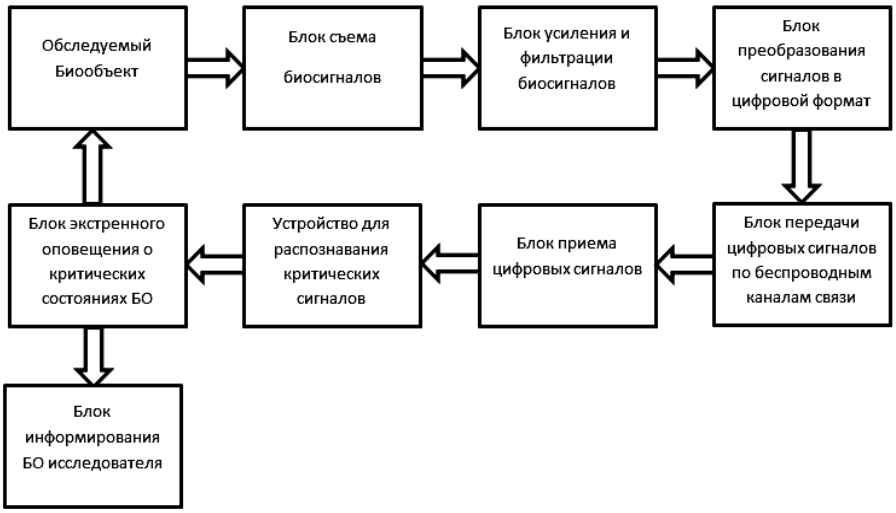


Рисунок 1 – Структурная схема системы

Главный принцип работы системы сбора и передачи данных – это минимум действий пользователя. Все настройки связи происходят в автоматическом режиме.

Для передачи данных система использует канал связи GSM. У пользователя должен быть коммуникатор (или простой сотовый телефон) с поддержкой технологии Bluetooth, чтобы обеспечить сбор данных от биометрической системы.

Коммуникатор устанавливает связь с базой данных, находящейся на удаленном сервере, по каналу GPRS. Сервер обеспечивает доступ к информации пользователя по средствам любого Интернет браузера (рис. 2).

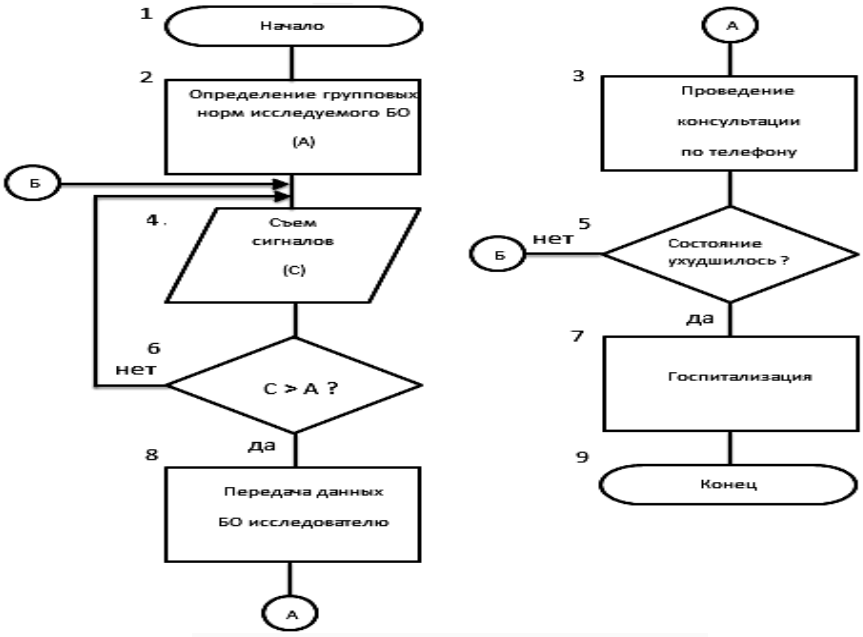


Рисунок 2 – Алгоритм работы комплекса

Авторизация объекта на сервере происходит по его номеру телефона. Если аппарат с таким номером зарегистрирован в базе данных, то сервер выделит ему отдельный порт для сеанса связи. Доступ пользователя к серверу осуществляется через Интернет браузер. Для получения информации, пользователю необходимо пройти процедуру авторизации. В случае успешного входа в систему пользователь перейдет на основную страницу, позволяющую просматривать данные о перемещении и биометрическую информацию для каждой точки за заданный интервал времени.

Пользователь может вывести данные о своих перемещениях за заданный период времени. Для каждой точки пути доступны следующие данные: время с точностью до тысячной секунды; высота над уровнем моря; скорость движения; частота дыхания; положение тела; двигательная активность (идёт, бежит, стоит); температура; артериальное давление; пульс; процент насыщения крови кислородом; уровень заряда аккумулятора.

Оригинальность данной разработки заключается в следующем.

1. Модификация конструктивного решения специальной одежды, комплексирующая средства съема данных о биообъекте. Объединение в систему современных датчиков различного типа, выпускающихся серийно и прошедших сертификацию.

2. Комплексная методика слежения за физиологическим состоянием человека в режиме реального времени, алгоритмы синхронной обработки и систематизации данных, а также их преобразования для передачи через GPS-каналы в пункты приема для анализа и оперативного реагирования.

Разрабатываемая система имеет преимущества перед существующими аналогами.

Носимый приборный комплекс представляет собой измеритель температуры, электрокардиограф, пульсоксиметр, сенсоры которых установлены с возможностью контактирования с чувствительными участками тела (определяющие температуру кожного покрова, пульс, процент насыщения крови

кислородом), а также плетизмограф и акселерометр-инклинометр, (контролирующие соответственно частоту дыхания, положение тела и активность).

Приборный комплекс снабжен портом RS-232 или аналоговым выходом, а приемопередающее устройство состоит из аппаратного модуля накопления и передачи данных в сети Ethernet или GSM на сервер сбора данных и беспроводных модулей для передачи данных с приборов на аппаратный модуль, при этом беспроводные модули передачи данных выполнены для сетей стандарта Bluetooth и снабжены интерфейсом для подключения приборов.

Кроме того была рассмотрена система биологической обратной связи (БОС) в разрезе данного комплекса [3].

Суть БОС-метода состоит в «возврате» пациенту на экран компьютерного монитора или в аудио-форме текущих значений его физиологических показателей, определяемых клиническим протоколом. (Протокол – совокупность условий, регламентирующая проведение БОС-процедуры). В этом смысле все БОС-протоколы разделяются на две большие группы.

Комплекс для удаленного мониторинга критических состояний является сам по себе биотехнической системой, поэтому исследуемый биообъект оказывает серьезное влияние на всю систему в целом.

Рассмотрим предлагаемую схему взаимосвязи БО с комплексом.

1) Комплекс для удаленного мониторинга критических состояний ведет в режиме реального времени постоянный сбор и обработку данных состояния БО.

2) Если собранные параметры превышают установленные групповые нормы БО, то комплекс оповещает исследуемый БО через сигнал в коммуникаторе, к которому подключена система.

3) После получения сигнала исследуемый БО может самостоятельно, либо дождаться консультации компетентного специалиста для принятия меры для восстановления жизненно важных параметров.

Важно отметить, что сигналы о превышении групповых норм исследуемый биообъект может получать тремя различными способами:

1) через визуальный канал (дисплей коммуникатора);
2) через аудиальный канал (звуковое оповещение);
3) через кинестический канал (вибрация)

Соответственно, если исследуемый биообъект страдает нарушением зрительного аппарата, то для информирования подойдут аудиальный и кинестетические каналы.

В целях безопасности исследуемого биообъекта при наступлении острого критического состояния информирование происходит только биообъекту исследователю. Данная мера предосторожности исключает фактор риска и не позволяет стрессовому состоянию оказать еще большее негативное воздействие на организм исследуемого биообъекта.

На рисунке 3 представлен предполагаемый вид, в котором информация о текущем состоянии будет поступать на мониторы БО.

Рисунок 3 – Динамика изменения исследуемых параметров

Формула для расчета предлагаемого интегрального оценочного показателя имеет следующий вид:

$$A=\sqrt{w1\frac{d}{D}\% + w2\frac{t}{T}\% + w3\frac{c}{C}\%},$$

где А – показания общего физиологического состояния исследуемого БО в режиме реального времени;

w_n – весовые показатели;

d – показания сигналов артериального давления исследуемого БО;

D – показания сигналов артериального давление групповой нормы;

t – показания сигналов температуры тела исследуемого БО;

T – показания сигналов температуры тела групповой нормы;

c – показания сигналов частоты сердечных сокращений исследуемого БО;

C – показания сигналов частоты сердечных сокращений групповой нормы.

Чем важнее тот либо иной параметр для физиологического состояния человека, тем больше будет коэфициент w_n .

Так как мы рассматриваем в данной системе три основных параметра (артериальное давление, температуру тела и частоту сердечных сокращений), то и значений w_n у нас будет 3. По среднестатистическим данным определено, что эти коэффициенты будут распределяться следующим образом:

- для артериального давления коэффициент будет равен 0,5;
- для температуры тела коэффициент будет равен 0,1;
- для частоты сердечных сокращений коэффициент будет равен 0,4.

Соответственно, красной и зеленой линиями на рисунке 3 представлена групповая норма с текущими показаниями состояния человека (синяя линия), на данном графике мы видим что показания могут находиться как внутри групповой нормы, так и выходить за ее пределы. При выходе за пределы групповой нормы наступает критическое состояние, о котором будет информирован БО и исследователь.

Планируется вывод на дисплей конкретно параметр, благодаря которому происходит превышение критических показаний и стандартные действия по приведению параметров в норму (принять вертикальное/горизонтальное положение, уйти из зоны повышенного шума, выпить воды и т.д.)

Таким образом, в статье рассмотрен проект оригинальной разработки – биотехнической системы жизнеобеспечения, которая будет в виде носимого

комплекта для непрерывного дистанционного контроля физиологического состояния и местоположения человека.

Список литературы

1. *Косенок Н.Ю. Современные аспекты безопасности при использовании средств индивидуальной бронезащиты. Журнал. Глобальная Безопасность, № 3. – М.: ВАНКБ, 2010. – 116 с. (С. 67-78).*
2. *Истомина Т.В., Косенок Н.Ю. Биотехническая автономная система жизнеобеспечения. Заявка на полезную модель от 28.10.2013г.*
3. *Компьютеризированная система биологической обратной связи Argo-A-Security-web: http://www.argoasecurity.com.ua/product_detail.aspx?productID=750*

УДК 579.26

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБОЦЕНОЗА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ НОЗОКОМИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ В ОТДЕЛЕНИИ РЕАНИМАЦИИ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ЛПУ

© ***Н.Н. Митрофанова,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Г.В. Ильина,*** *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

© ***В.Л. Мельников,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

FEATURES OF THE MICROBIAL OF NOSOCOMIAL INFECTIONS AGENTS IN THE RESUSCITATION UNIT OF THE MULTIDISCIPLINARY MPI

© ***N.N. Mitrofanova,*** *Penza State University (Penza, Russia)*

© ***G.V. Ilyina,*** *Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*

© ***V.L. Melnikov,*** *Penza State University (Penza, Russia)*

Статья посвящена характеристике экологических особенностей возбудителей нозокомиальных инфекций в отделении реанимации и интенсивной терапии многопрофильного стационара. В состав микроценоза отделения входят различные представители условно-патогенной флоры, иногда образующие ассоциоции друг с другом. Большинство этиологических агентов ятрогенных инфекций обладает множественной антибиотикорезистентностью.

Ключевые слова: микроценоз, нозокомиальные инфекции, эколого-биологические особенности, биотоп, многопрофильный стационар

The article is devoted to the ecological characteristics of nosocomial infections in the intensive therapy multidisciplinary hospital. The structure microcenosis department includes different representatives of opportunistic flora, sometimes forming associations with each other. Most of the etiological agents of iatrogenic infections has multiple antibiotic resistance.

Key words: microcenosis, nosocomial infection, ecological-biological habits, biotope, multi-field hospital.

E-mail: meidpgumi@yandex.ru

ВБИ - понятие собирательное, включающее различные нозологические формы. В хирургических стационарах послеоперационные гнойно–септические осложнения возникают у 12 – 16% прооперированных [1].

Госпитальные инфекции, в том числе гнойно-септические инфекции, не только затрудняют проведение лечебно-диагностического процесса, резко снижают эффективность стационарного лечения, но и повышают летальность, увеличивают длительность стационарного лечения, приводя в целом к увеличению экономических затрат и нанося существенный социальный ущерб [2].

Больница – это относительно замкнутая экосистема, в которой находятся пациенты и контактирующий с ними персонал, что наряду с артифициальным механизмом способствует активации воздушно-капельного и контактно-бытового путей передачи инфекции. Не всегда обоснованное назначение антибиотиков, особенно широкого спектра действия, ведет к формированию множественной лекарственной устойчивости у микроорганизмов, циркулирующих в отделении. Формированию и распространению госпитальных штаммов так же способствуют дефекты в организации дезинфекционных и стерилизационных мероприятий, нарушения технологических потоков и некачественный клининг больничной среды [3].

По данным эпидемиологического мониторинга в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в различных странах у 85% госпитализированных больных имеет место колонизация условно-патогенными микроорганизмами, а более чем у 45% – развиваются клинические проявления гнойно-септических инфекций [4]. В этой связи определенный интерес представляет исследование закономерностей формирования и поддержания микробоценозов, типичных для ЛПУ, в частности, для отделений реанимации и интенсивной терапии.

Цель исследования – провести анализ эколого-биологических особенностей микробоценозов возбудителей нозокомиальных инфекций в отделении реанимации и интенсивной терапии многопрофильного стационара.

В ходе исследований было обследовано 104 пациента в возрасте от 40 до 74 лет, проходивших лечение в отделении реанимации многопрофильного стационара. Материалом исследования являлись мазки из трахеи, ран, некрозов тканей, смывы с дренажа. Выделение, идентификацию, определение уровня антибиотикорезистентности микробных культур проводилось по общепринятым методикам в соответствии с официально утверждёнными методическими указаниями [5].

Для анализа ассоциаций выделенных микробных культур использовали коэффициент Жаккарда, являющийся наиболее достоверным показателем экологического сродства.

Для этого использовали формулу:

$$g = [c : (a + b - c)] * 100$$

g - коэффициент Жаккарда, a – число выборок с видом A, b - число выборок с видом B, c - число выборок, содержащих оба вида микроорганизмов.

Если g<30% - отношения между видами антагонистические, т.е. не позволяют существовать обоим видам; при g до 70% бактерии способны к сосуществованию, а их экологическая общность велика (синергизм); при g более 70% возможно только совместное существование (мутуализм) [6, 7].

Для определения доминирующего вида УПМ микробоценозов многопрофильного стационара определяли индекс Бергера – Паркера, являющийся мерой доминирования. Индекс Бергера-Паркера выражает относительную значимость наиболее обильного вида:

$$\frac{N_{max}}{N},$$ где Nmax – число особей самого обильного вида.

Увеличение величины индекса Бергера – Паркера, как и индекса Симпсона, означает уменьшение разнообразия и увеличение степени доминирования одного вида. Поэтому обычно используется величина обратная индексу Бергера – Паркера 1/d.

Для характеристики частоты встречаемости рассчитывали коэффициент ассоциативности, как критерий степени участия бактерий в микробных ассоциациях и рассчитываемый как отношение абсолютного числа культур - ассоциантов определённого вида (I - сумма) к общему числу выделенных культур этого вида, приведённое к 100 и выраженное в %, по формуле:

$$кА = \frac{\sum \text{ассоциантов одного вида}}{\sum \text{микроорганизмов данного вида}} \times 100$$

Коэффициент ассоциативности ниже 50% учитывался как низкий, 50-79% - средний, 80 - 100% - высокий.

В работе использовали методы описательной статистики с оценкой значимости различий показателей по t-критерию Стьюдента, дисперсионный и корреляционный анализ. Инструментом для их применения послужили программы Microsoft Excel 7.0 и пакет прикладных программ «Statistica 6.0 for Windows». При проведении расчетов использовали пакет программ “Excel” для ПЭВМ.

В результате анализа микробоценоза возбудителей нозокомиальных инфекций ОРИТ выделены микроорганизмы, относящиеся к 15 видам бактерий и грибов. Преобладающими в микробиологическом пейзаже являлись грамотрицательные микроорганизмы (66,67%). При помощи индекса Бергера-Паркера определен доминирующий вид микроорганизмов в сообществе, которым является *Enterobacter cloacae* (29,41%). К субдоминирующим видам относятся *Acinetobacter lwoffii* (17,65%) и *Pseudomonas aeruginosa* (9,8%). Среди грамположительных кокков наибольший удельный вес составили бактерии рода Enterococcus (11,77%) (рис. 1).

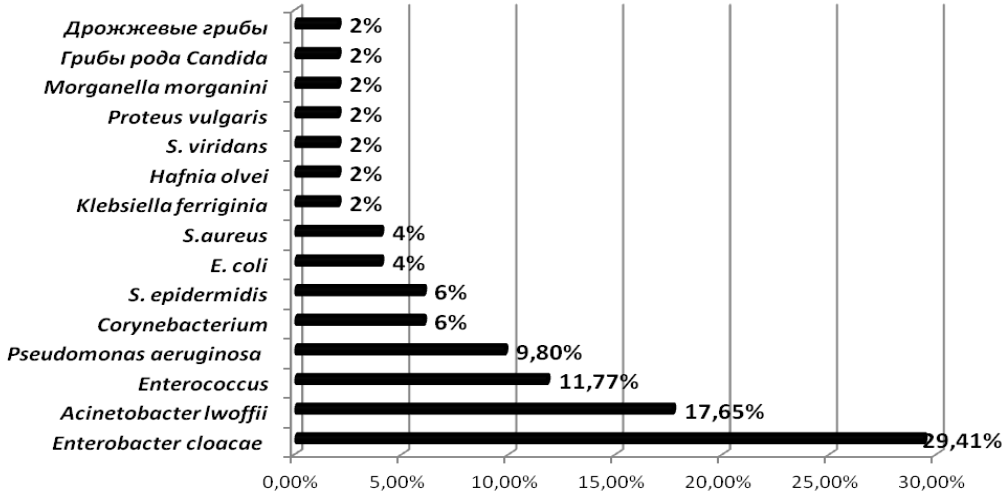


Рисунок 1 – Структура микрофлоры, выделяемой от пациентов ОРИТ

При изучении компонентного профиля инфекций в реанимационном отделении было выяснено, что 88,24% из них являются моноинфекциями и 11,76% двухкомпонентными полиинфекциями. Ассоциации имели

вариабельный состав, включающий *Acinetobacter lwoffii*, Corynebacterium spp., *Enterobacter faecalis, Enterococcus faecium, Ps. aeruginosa, S. aureus, E. coli*.

Главным образом, они были представлены ассоциациями *Acinetobacter lwoffii* с различными микроорганизмами рода Enterococcus и Corynebacterium (таб. 1).

Таблица 1 – Значение коэффициэнта Жаккарда для различных микробных ассоциаций

Состав ассоциаций	**Значения коэффициэнта Жаккарда**
Acinetobacter lwoffii Corynebacterium spp.	9,09%
Acinetobacter lwoffii *Enterococcus faecalis*	9,09%
Acinetobacter lwoffii *Enterobacter cloaceae*	20%
Ps. aeruginosa Corynebacterium sp.	14,29%
S. aureus *E. coli*	33,33%

Большинство видов микроорганизмов, выделенных от пациентов мониторинга, встречались преимущественно в виде монокультур, а не ассоциаций, т.е. их коэффициент ассоциативности был меньше 50%. В целом по отделению реанимации этот показатель был равен 17,16%.

В ассоциациях *Acinetobacter lwoffii* с микроорганизмами рода Enterococcus и Corynebacterium существуют антагонистические взаимоотношения, следовательно, они неустойчивы и способны существовать короткое время. Для ассоциаций S. aureus с E. coli характерны синергичные взаимоотношения.

Установлено, что доминирующие виды микробоценоза возбудителей нозокомиальных инфекций в ОРИТ многопрофильного стационара встречаются в различных локусах клинического материала – послеоперационные раны, смывы с трахеи, материале из пролежней, в мокроте, в смывах с дренажей. В основном представители сообщества обнаруживаются в смывах с трахеи: *Enterobacter cloacae* – 81%, *Acinetobacter lwoffii* – 80%, представители рода Enterococcus – 75%, *Ps. aeruginosa* – более 50% изолятов.

Определены основные биологические и экологические особенности доминирующих штаммов микроорганизмов. При оценке антибиотикорезистентности микроорганизмов, встречающихся в ОРИТ было обнаружено, что *Acinetobacter lwoffii* наиболее резистентна к цефалоспоринам III поколения (цефотаксим и цефтазидим). Выделенные штаммы были чувствительны к β–лактамам (имипенем и меропенем), а также к группе тетрациклинов (доксициклин) (рис.2).

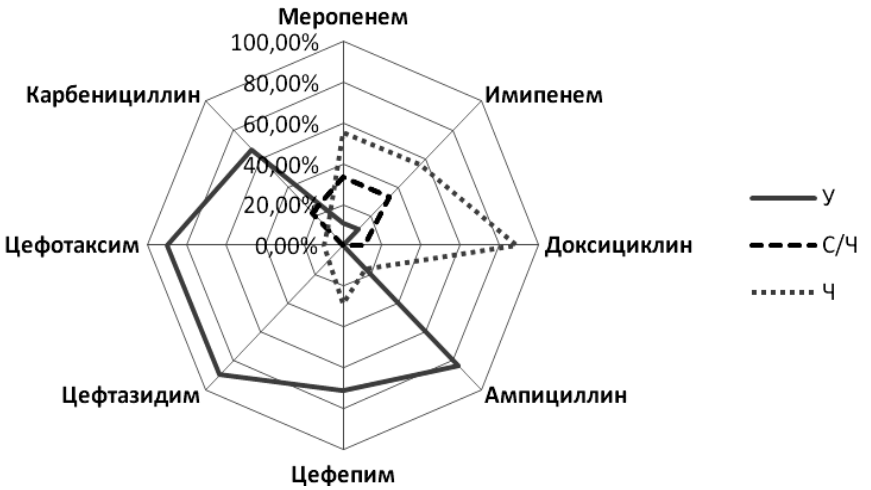


Рисунок 2 – Антибиотикорезистентность штаммов **Acinetobacter lwoffii** (У – устойчивы, С/Ч – среднечувствительны, Ч – чувствительны)

Штаммы *Enterobacter cloacae* устойчивы к полусинтетическим пенициллинам (карбенициллин и ампициллин) и к цефалоспоринам III и IV поколения (цефепим, цефотаксим, цефтазидим). Наибольшая чувствительность наблюдается к β–лактамам (имипенем и меропенем) и к группе тетрациклинов (доксициклин) (рис. 3).

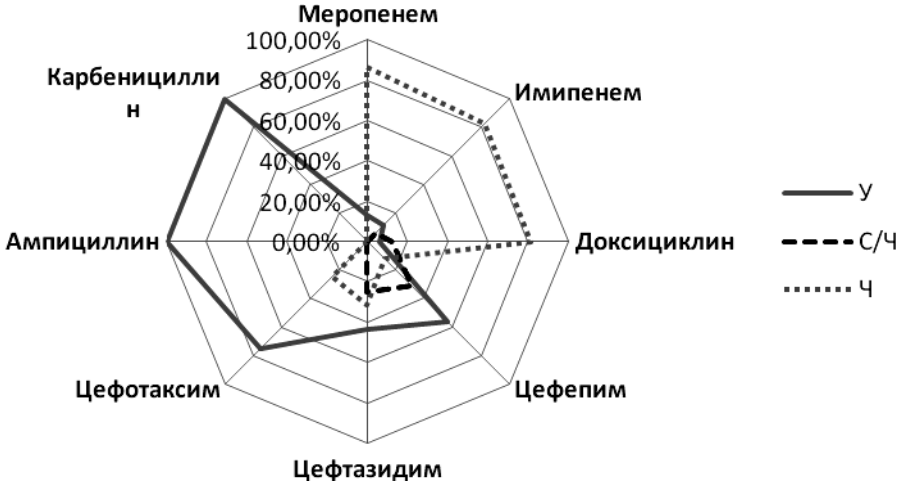


Рисунок 3 – Антибиотикорезистентность штаммов **Enterobacter cloacae** (У – устойчивы, С/Ч – среднечувствительны, Ч – чувствительны)

Для *Pseudomonas aeruginosa* характерно наличие штаммов полностью резистентных к карбенициллину, а также наблюдается устойчивость к В – лактамам (имипенем и меропенем) и аминогликозидам (тобрамицин). Наиболее чувствительны штаммы к цефалоспоринам III поколения (цефтазидим) и фторхинолонам II поколения (ципрофлоксацин).(рис. 4).

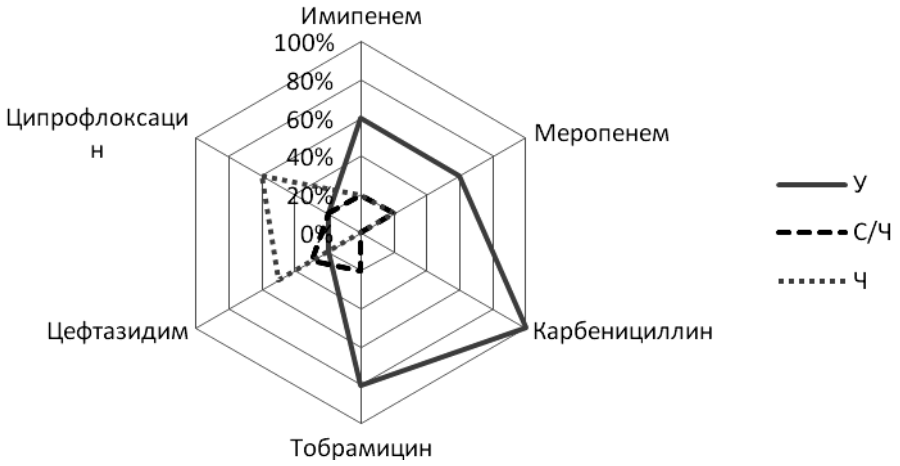


Рисунок 4 – Антибиотикорезистентность штаммов **Ps. aeruginosa**
(У – устойчивы, С/Ч – среднечувствительны, Ч – чувствительны)

У бактерий рода Enterococcus обнаружено наличие полирезистентных штаммов к оксициллину, рокситромицину. Наибольшая чувствительность наблюдается в отношении ванкомицина и линезолида (рис. 5).

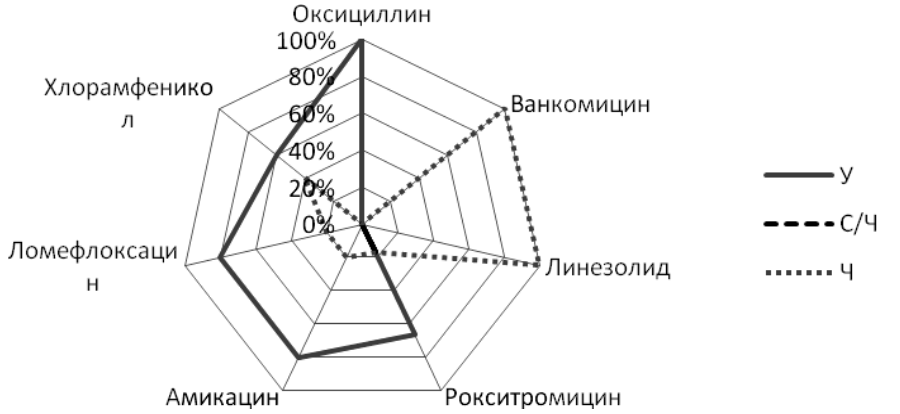


Рисунок 5 – Антибиотикорезистентность **Enterococcus spp.**
(У – устойчивы, С/Ч – среднечувствительны, Ч – чувствительны)

Среди всех представителей микроорганизмов ОРИТ наибольшая устойчивость наблюдается в отношении ампициллина (92%), карбенициллина (83,33%), хлорамфеникола (81,82%) и цефотаксима (77,42%). Высокая активность в отношении штаммов была определена у меропенем (66,67%), имипенема (65,79%) и доксициклина (74,72%) (рис. 6).

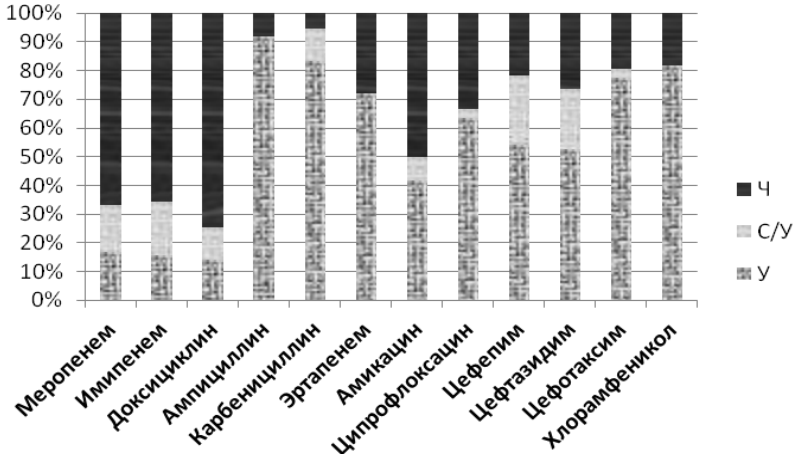


Рисунок 6 – Чувствительность к антибиотикам выделенных штаммов разных видов микроорганизмов (У – устойчивы, С/Ч – среднечувствительны, Ч – чувствительны)

Таким образом, установлено, что в микробоценозе госпитальных инфекций в ОРИТ многопрофильного стационара преобладают грамотрицательные микроорганизмы. Доминирующим видом сообщества является *Enterobacter cloacae* (29,41%), к субдоминирующим относятся *Acinetobacter lwoffii* (17,65%) и *Pseudomonas aeruginosa* (9,8%), встречающиеся, преимущественно, в виде монокультур.

Обнаружено наличие госпитальных ассоциаций, представленных в основном двухкомпонентными ассоциациями *Acinetobacter lwoffii* с различными микроорганизмами родов Enterococcus и Corynebacterium. Ассоциации, циркулирующие в стационаре, обладают низким коэффициентом экологического сродства, между ассоциантами преобладают антагонистические взаимоотношения.

В большинстве случаев представители сообщества возбудителей нозокомиальных инфекций в ОРИТ обнаруживаются в смывах с трахеи.

Для снижения частоты инфекционных осложнений у пациентов ОРИТ необходимо учитывать механизмы антибиотикорезистентности ведущих возбудителей. Особое внимание должно уделяться резистентности к цефалоспоринам III поколения (цефотаксим и цефтазидим) у ведущего числа микроорганизмов. Для *Pseudomonas aeruginosa* обратить внимание на резистентность к карбенициллину, а также устойчивость к В – лактамам (имипенему и меропенему) и аминогликозидам (тобрамицину).

Список литературы

1. *Владимирова Л.А., Дубовицкий А.В., Смолькина А.В., Барбашин С.И., Ванюшин П.Н., Ахметова А.Р., Рогова Ю.Ю. Внутрибольничная инфекция в хирургии. // Актуальные проблемы медицинской науки и образования: труды II межрегиональной научной конференции / под ред. д.м.н., проф. В.И. Никольского. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2009. – С.55-56.*
2. *Шайхразиева Н.Д., Сабаева Ф.Н. Новый взгляд на эпидемиологическую ситуацию в многопрофильном стационаре. // Медицинский альманах. 2012. №3 (22). С. 120-121.*

3. *Брусина, Е.Б. Эпидемиология внутрибольничных гнойно-септических инфекций в хирургии // Е. Б. Брусина, И.П. Рычагов. – Новосибирск, 2006. – С. 170.*
4. *Гельфанд Б.Р. Абдоминальная хирургическая инфекция. // Б.Р. Генфальд, В. С. Савельев. – М., 2006. – С. 223.*
5. *Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования/ Под ред. М.О. Биргера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1982. – 464 с.*
6. *Зубков М.Н., В.А. Самойленко, Е.Н. Гугуцидзе, А.Г. и др. Микробиологические аспекты этиологии и антимикробной терапии бронхолегочной инфекции при муковисцидозе у взрослых. // Пульмонология, 2001, Vol.11, №3, с.38-41*
7. *Govan J.R.W., Brown P.H., Maddison J. et al. Evidence for transmission of Pseudomonas cepacia by social contact in cystic fibrosis. Lancet 1993; 342: 15-19.*

УДК 616.1:577.1

ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ АНТИТЕЛ К ЭНДОГЕННЫМ РЕГУЛЯТОРАМ

© ***Н.Ю. Келина,*** *ПензГТУ (г. Пенза, Россия)*
© ***Т.Ю. Мамелина,*** *ПензГТУ (г. Пенза, Россия)*

TECHNOLOGY ASSESSMENT OF THE LEVEL OF NATURAL ANTIBODIES TO ENDOGENOUS REGULATORS

© ***N.J. Kelina,*** *PenzGTU (Penza, Russia)*
© ***T.J.Mamelina,*** *PenzGTU (Penza, Russia)*

Целью настоящей работы явилось исследование уровней естественных антител (е-Ат) к эндогенным биорегуляторам, отражающих активность иммунной системы и участвующим в одной из основополагающих гомеостатических функций иммунной системы функции клиренса. Определено содержание е-Ат к эндогенным пептидам *β*–эндорфину, брадикинину, дофамину, серотонину и гистамину. Был проведен клинико-лабораторный анализ сыворотки крови пациентов, у которых при клинико-лабораторном обследовании не выявлены изменения сердечно-сосудистой системы и функционирования систем детоксикации организма. Сравнение уровней содержания сывороточных е-Ат к *β*–эндорфину, брадикинину, дофамину, серотонину и гистамину показало, что данные показатели могут быть использованы при иммуно-биохимическом контроле состояния организма. Технологии клинико-лабораторного контроля, предусматривающие оценивание тенденций в изменении значений анализируемых показателей должны обеспечивать формирование данных для принятия решений.

Ключевые слова: естественные антитела, эндогенные биорегуляторы, клинико-лабораторный контроль.

The aim of this study was to investigate the levels of natural antibodies (e-At) to endogenous bioregulators, reflecting the activity of the immune system and involved in one of the fundamental homeostatic functions of the immune system function of the clearance. The contents of e-At to endogenous peptides β-endorphin, bradykinin, dopamine, serotonin and histamine. Carried out clinical and laboratory analysis of blood serum of patients in whom the clinical-laboratory examination revealed no changes of the cardiovascular system and functioning of systems of detoxification. Comparison of levels of serum e-At to β-endorphin, bradykinin, dopamine, serotonin and histamine showed that these indicators can be used for immuno-biochemical control condition of the body. Technology clinical laboratory testing, providing for the assessment of trends in the change of values of the analyzed parameters should provide data for decision making.

Key words: natural antibodies, endogenous bioregulators, clinical and laboratory monitoring.

Роль иммунологических исследований в практике оценки состояния здоровья связывают с увеличением числа заболеваний различного генеза с иммунодефицитом и постоянным повышением стрессогенности окружающей среды. В большинстве случаев подходы к изучению состояния организма базируются на клинико-лабораторном контроле и мониторинге клинико-биохимических параметров биосред организма [1,8,10].

В литературе описаны подходы клинико-лабораторного контроля, основанные на математическом и статистическом анализе с применением современных информационных технологий. Приводятся данные клинико-лабораторного анализа с учетом экологического фона места проживания, профессиональной предпочтительности, наличию патологического процесса [2,9].

Перспективным является выявление биохимических маркеров состояния иммунной системы организма, отражающих адаптации систем гуморального звена иммунитета. В настоящее время накоплен значительный материал о роли е-Ат к нейромедиаторам при различных патологических состояниях организма. Так, представлены результаты наблюдений пациентов, страдающих гипертонической болезнью [1,2].

Эта проблема представляет интерес еще и потому, что в литературе сведения об изменениях иммунного статуса здоровых лиц довольно противоречивы [3,5,6].

Вместе с тем, одной из основополагающих гомеостатических функций иммунной системы является функция клиренса, отражающая активность иммунной системы и связана с поиском, уничтожением или блокированием потенциально опасных, вредных для гомеостаза факторов обмена веществ, уничтожением метаболитов, роль которых связана с изменением содержания антител в кровотоке и долговременным характером развертывания иммунных реакций.

Учитывая первостепенную роль иммунной защиты организма, оценка гуморального звена иммунной системы, в частности выявление уровня естественных антител к нейромедиаторам в сыворотке крови, технологии выявления и анализа данных параметров, позволят определить резервные возможности организма и уровень его адаптационных возможностей, в том числе и к факторам окружающей среды [7,9,10].

Исследованы изменения в содержании е-Ат к эндогенным нейромедиаторам пептидной моноаминовой природы у здоровых лиц, а также формирование данных для принятия решений в клинико-лабораторном контроле, предусматривающего оценивание тенденций в изменении значений показателей сывороточных е-Ат анализируемого спектра.

В исследование было включено 46 здоровых людей (27 женщин и 19 мужчин), возраст от 22 до 58 лет (средний возраст 38±9 лет). У всех пациентов был проведен клинико-лабораторный контроль. При обследовании не выявлены изменения сердечно-сосудистой системы и нарушения функционирования систем детоксикации организма. В исследование включались пациенты при отсутствии тяжелых сопутствующих соматических, инфекционных заболеваний.

Определение уровней е-Ат к нейромедиаторам проводили в лаборатории иммуно – ферментного анализа ИФА РАН (г. Черноголовка) методом ИФА, разработанном под руководством д.б.н., проф. Мягковой М.А. У исследуемых лиц осуществляли забор 5 мл венозной крови натощак, в первый день при поступлении. Пробирки с кровью помещали в термостат на 30 мин. при температуре 37ºС, либо оставляли на 18 часов при температуре 4ºС и далее центрифугировали при 3000 об/мин. Полученные образцы хранили при

температуре минус 20ºС до момента тестирования. Определяли содержание антител к нейромедиаторам (β-эндорфин, брадикинин, серотонин, дофамин и гистамин) в сыворотке крови [3,4,5].

В работе использовали комплекс статистических методов с применением пакета программ IBM SPSS 19.0 для научных исследований.

Методом иммуноферментного анализа в сыворотке крови у пациентов контрольной группы были определены естественные антитела к β – эндорфину, серотонину, гистамину, брадикинину и дофамину. Исследуемые параметры уровня естественных антител к нейромедиаторам в сыворотки крови были выражены в условных единицах (усл. ед.) (табл. 1).

Таблица 1 – Уровень естественных антител к нейромедиаторам в сыворотке крови

Анализируемые параметры	Значение показателей (M±m)	
	Мужчины n=19	Женщины n=27
е – Ат к β-эндорфину	32,1±3,9	30,6±3,2
е – Ат к гистамину	31,4±4,3	29,1±3,7
е – Ат к брадикинину	31,0±4,7	28,6±4,1
е – Ат к дофамину	33,1±4,4	31,9±4,3
е – Ат к серотонину	23,1±3,8	24,2±3,6

Изучаемый нами спектр естественных антител к опиоидным пептидам и биогенным аминам, формируется как звено регуляции гомеостаза. В условия нормы, и при патологических состояниях организма данные параметры участвует в физиологических процессах адаптации, компенсации и клиренса продуктов метаболизма.

Для всех способов обработки и анализа данных лабораторного важным являются исходные данные. Отсутствие изменений содержания антител к нейромедиаторам у лиц с не выявленными нарушениями систем детоксикации и сердечно-сосудистой системы возможно связано с долговременным характером развертывания иммунных реакций, что имеет принципиально важное значение для прогноза нарушений иммунологической реактивности.

Наиболее выраженный иммунный ответ изученного профиля естественных антител к нейромедиаторам был выявлен в содержании е-АТ к *β*–эндорфину.

Таблица 2 – Уровень корреляционных показателей естественных антител к нейромедиаторам в сыворотке крови

	е – АТ к β – эндорфину	е – АТ к дофамину	е – АТ к серотонину	е – АТ к гистамину	е – АТ к брадикинину
е – АТ к β – эндорфину	1				
е – АТ к дофамину	0,23	1			
е – АТ к серотонину	0,24	-0,1	1		
е – АТ к гистамину	-0,27	-0,1	-0,4	1	
е – АТ к брадикинину	-0,17	0,5	0,3	-0,3	1

Проведенный корреляционный анализ не выявил высокую степень корреляции показателей уровня естественных к анализируемым нейромедиаторам (табл. 2). Обнаружены следующие статистически значимые коэффициенты корреляции в анализируемой группе. Средняя степень отрицательной корреляции обнаружена между антителами к β –эндорфину и

брадикинину к е – АТ гистамина (r=-0,3, p<0,05). Положительная корреляционная взаимосвязь обнаружена между естественными антителами к брадикинину и дофамину (r=0,5, p<0,05), и к серотонину и (r=0,3, p<0,05).

Можно заключить, что е-Ат к опиоидным пептидам и биогенным аминам отражают участие этих регуляторных систем в формировании компенсаторной реакции организма.

При этом показатели естественных антител к опиоидным пептидам и биогенным аминам определенным образом взаимосвязаны. Наличие статистически достоверных положительных корреляционных зависимостей между е-АТ к брадикинину и е-АТ к дофамину и серотонину может характеризовать существенность вклада продуктов обмена брадикинина и уменьшение дофамина и серотонина.

Осуществление информационной поддержки изучения процессов функционирования гуморальной системы иммунитета позволяет рассмотреть результаты эксперимента, включая оценивание тенденций в изменении значений оцениваемых показателей и учитываемых факторов.

Математический анализ проведенных исследований и расчет уравнения регрессии позволяют получить данные, которые могут служить подтверждением необходимости применения параметров синтеза аутоантител к биорегуляторам в комплексе лабораторного контроля как возможного баланса в системе гомеостаза и выявления иммуно-биохимической степени тяжести.

Список литературы

1. *Келина Н.Ю., Мамелина Т.Ю., Куликова О.А., Петроченко С.Н., Морозова В.С., Мягкова М.А. Роль иммунно - биохимического анализа в оценке состояния пациентов с кардиопатологией // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. Пенза: ПГТА. – 2012. – №02(06). – С. 142 – 146.*
2. *Келина Н.Ю., Мамелина Т.Ю., Романова Л.Н., Петроченко С.Н., Мягкова М.А. Определение естественных антител к эндогенным биорегуляторам в технологиях оценки риска у больных с кардиологической патологией // Технологии живых систем, Том 9, №2: М. – ЗАО «Радиотехника», 2012. – С.61 – 65.*
3. *Мягкова М.А., Дудко Т.Н., Панченко Л.Ф., Петроченко С.Н., Морозова В.С., Бондаренко С.Н. «Определение естественных антител к эндогенным биорегуляторам у больных игроманией методом иммуноферментного анализа» // Наркология. 2006. – № 12. С. 39-42.*
4. *Петроченко С.Н. Иммуноферментный анализ естественных антител к биогенным аминам и опиоидным пептидам в сыворотке крови человека: Автореф. дис….канд.биол.наук. – Москва, 2009. – 24с.*
5. *Петроченко С.Н., Мягкова М.А., Морозова В.С., Шипицын В.В., Сокольчик Е.И., Брюн Е.А. «Иммуноферментный анализ естественных антител к эндогенным биорегуляторам для диагностики заболеваний зависимости» // Наркология. 2007. – № 10. С. 30-34.*
6. *Полетаев А.Б., Чурилов Л.П. Физиологическая иммунология, аутоиммунитет и здоровье // Вестник международной академии наук (русская сенсация) – М. – 2009 – С.11 – 16.*
7. *Савилов Е.Д., Выборова С.А. Состояния адаптации как показатель здоровья // Гигиена и санитария. – 2006. – №3. – С. 7 – 8.*

8. *Старцева О.Н., Хоровская Л.А., Эмануэль В.Л. Иерархичный подход к системе медицинских лабораторных исследований (лекция) // Клиническая лабораторная диагностика. – 2003. – № 11. – С. 25 – 35.*
9. *Ушаков И.Б., Володин А.С., Чикова С.С., Зуева Т.В. Медицинские аспекты защиты здоровья населения от вредного воздействия факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2005. – №6. – С. 29 – 34.*
10. *Юшков Б.Г. Система крови и адаптация организма к экстремальным воздействиям // Вестник РАМН. – 2006. – №3. – С. 3 – 6.*

УДК 579.26

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БАКТЕРИЙ РОДА STAPHYLOCOCCUS В СОСТАВЕ РАЗЛИЧНЫХ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

© ***Н.Н. Митрофанова,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Г.В. Ильина,*** *Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
© ***В.Л. Мельников,*** *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

SOME ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS OF BACTERIA OF THE GENUS STAPHYLOCOCCUS IN THE DIFFERENT MICROBOCENOSES OF HUMAN BODY

© ***N.N. Mitrofanova,*** *Penza State University (Penza, Russia)*
© ***G.V. Ilyina,*** *Penza State Agricultural Academy (Penza, Russia)*
©***V.L. Melnikov,*** *Penza State University (Penza, Russia)*

Статья посвящена экологическим и биологическим особенностям *S. aureus*, который часто является этиологическим агентом нозокомиальных инфекций в различных отделениях многопрофильных стационаров. Выявлены основные факторы, которыми определяется заселение открытых участков тела человека золотистым стафилококком

Ключевые слова: нозокомиальные инфекции, условно-патогенные микроорганизмы, стафилококки, бактерионосительство, штамм, фаготипирование

The article is devoted to ecological and biological characteristics of *S. aureus*, which often is the etiological agent of nosocomial infections in different departments multidisciplinary hospitals. The main factors identified that determine the colonization of the exposed areas of the body with *Staphylococcus aureus*.

Key words: nosocomial infection, opportunistic microorganisms, staphylococci, bacteria carrying, phago-typing, strain.

E-mail: meidpgumi@yandex.ru

Актуальность проблемы инфекций, вызванных грамположительными микроорганизмами, возрастает во всем мире. Стафилококки являются возбудителями значительной части внебольничных и нозокомиальных бактериемий, пневмоний, инфекций кожи и мягких тканей, костей и суставов. В последнее время в этиологической структуре гнойно-септических инфекций (ГСИ) ЛПУ Пензенской области, вызванных условно-патогенными микроорганизмами, отмечается увеличение доли грамположительных микроорганизмов. При этом в

общем спектре возбудителей доминируют представители рода Staphylococcus – до 46% в разных типах стационаров. Стафилококковые инфекции характеризуются широким распространением, их основным источником могут быть как пациенты, так и медицинские работники, в том числе студенты-медики, которые участвуют в реализации учебного процесса в клинических ЛПУ [1, 2, 3]. Следует отметить, что в последнее время появляются сообщения о роли *S. aureus* как возможного представителя нормальной микрофлоры тела чела человека [4, 5, 6]. При этом процент носителей среди медицинского персонала, по данным разных авторов, колеблется от 15 до 72%.

Особую важность с практических позиций представляет собой распространение штаммов золотистых стафилококков, резистентных к метициллину (или оксациллину), и стафилококков со сниженной чувствительностью к ванкомицину. Эти особенности стафилококков являются причиной существенного ограничения выбора антибактериальных препаратов для лечения инфекций, вызванных этими штаммами микроорганизмов.

Заселение открытых участков тела человека условно-патогенными бактериями, в том числе золотистым стафилококком, может определяться целым рядом факторов. Медицинский персонал подвергается воздействиям окружающей среды и лечебно-диагностического процесса, которые могут влиять как на иммунологическую реактивность, так и на состояние микробоценоза организмов лиц из числа медицинских работников [7].

Цель работы – изучение эколого-биологических свойств штаммов золотистого стафилококка, выделенных из различных микробоценозов организмов студентов-медиков.

Проводились двукратные обследования различных биотопов в составе тела у 231 потенциальных носителей золотистого стафилококка, являющихся студентами 2 и 3 курса медицинского института ПГУ. Изучалась фагопринадлежность и чувствительность к антибиотикам выделенных штаммов, а также степень микробного обсеменения. Все исследования проводились по общепринятым методикам в соответствии с официально утверждёнными методическими указаниями [8].

Забор материала проводился в условиях учебных лабораторий кафедры микробиологии, эпидемиологии, инфекционных болезней медицинского института во время практических занятий. Материалом для исследования служили взятые стерильным тампоном мазки из носоглотки, зева, с различных участков кожи. Выделение стафилококков проводили на желточно-солевом агаре стандартными бактериологическими методами. Для определения массивности носительства определялось количество микробных клеток на тампон (МК/тампон) методом посева на плотную питательную среду с последующим подсчетом выросших колоний. У всех выделенных штаммов определялась чувствительность к антибиотикам (β - лактамные антибиотики, тетрациклины, рифампицины, макролиды, линкомицины, аминогликозиды) диско-диффузионным методом. Фаготипирование стафилококков проводилось международным набором типовых бактериофагов.

Для анализа длительности, локализации, массивности носительства *S.aureus* и дифференциации носителей по различным категориям было осуществлено двукратное обследование исследуемой группы студентов с 4-х недельным интервалом.

В результате анализа полученных культур выделено 53 штамма стафилококков. Проведённое обследование на назальное носительство выявило

среди них 28 носителей, что составило 87,9% всех исследуемых. Установлено, что среди бактерионосителей *S. aureus* имеется 3 временных и 25 постоянных носителя – 10,7% и 89,3% соответственно. С помощью фаготипирования культур, выделенных от постоянных носителей, определено наличие 3 носителя транзиторного типа(10,7%) и 22 носителей резидентного типа - 89,3%.

При изучении локализации *S. aureus* обнаружено его присутствие в различных биотопах тела бактерионосителей: носовая полость, зев, кожные покровы окологубной области, кожа рук. Выявлена преимущественная локализация *S. aureus* в полости носа. В большинстве случаев наблюдается сочетание носительства в полости носа и на других участках тела, но иногда (в 7,1%) *S. aureus* в полости носа не обнаруживался, но присутствовал в зеве или на кожных покровах. Следовательно, для адекватного выявления носителей необходимо осуществлять забор материала одновременно из носа, зева и с различных биотопов наружных покровов. Взятие материала из обеих ноздрей и зева следует считать минимальным.

Проводилось фаготипирование культур, полученных из разных микробоценозов тела. В большинстве случаев фаговары, выделенные с различных участков наружных покровов и из носа, совпадали, что свидетельствует о едином процессе носительства с наличием ведущего очага в полости носа, откуда *S. aureus* попадает на другие участки тела. Иногда, в 5,1% случаев, с различных биотопов кожных покровов и слизистых оболочек выделялись представители разных фаговаров.

Важным параметром, определяющим значение носителя, является массивность носительства, которую можно оценить при помощи определения количества микробных клеток на тампон (МК/тампон).

Согласно нашим исследованиям, степень обсеменения у бактерионосителей составляла 62 - 413 МК на тампон.

Наблюдается зависимость массивности носительства от его локализации. Первое место занимает полость носа, далее в убывающем порядке следует считать зев и кожные покровы околоротовой области.

В результате исследования от 28 здоровых носителей выделено 53 штамма стафилококков с лецитиназной активностью (рис. 1).

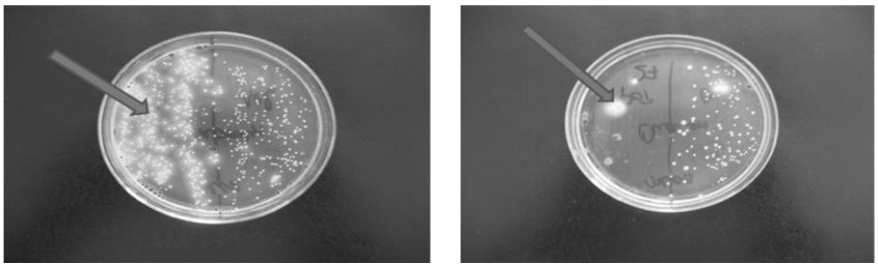


Рисунок 1 – Лецитиназная активность **S.aureus** . (Стрелки указываю на наличие венчика продукта полураспада лецитина вокруг колоний S.aureus в результате действия лецитиназы)

Дальнейшее изучение биологических свойств полученных культур позволило идентифицировать как *S. aureus* – 53 штамма. Все выделенные штаммы стафилококков имели несколько факторов патогенности.

Изучение гемолитической активности показало наличие α-гемолизинов у 100% выделенные штаммов стафилококков.

Плазмокоагулаза обнаружена у 34 штаммов *S.aureus*.

Таким образом, анализ полученных данных о биологических свойствах стафилококков, выделенных из различных биотопов здоровых бактерионосителей, указывает на наличие нескольких факторов патогенности изученных штаммов (лецитиназы, гемолизинов, плазмокоагулазы). Большинство штаммов выделенных стафилококков (34) имели все вышеперечисленные факторы патогенности.

Определение резистентности к пенициллинам показало наличие бета-лактамаз широкого профиля у 39,5% изученных штаммов стафилококков (рис.2). Наиболее высокий уровень резистентности был выявлен к оксациллину, устойчивость к которому составила 62%.

Рисунок 2 – Процент штаммов **S.aureus** резистентных к пенициллинам

Устойчивость к метициллину в наших исследованиях наблюдалась у 2 шаммов, которые были нами идентифицированы как метициллин-резистентные *S. aureus*. К антибиотикам группы аминогликозидов у изученных штаммов наблюдался высокий и средний уровень чувствительности: канамицин -71,4%, амикацин – 50%.

Установлено, что большинство штаммов *S. aureus* чувствительны к препаратам группы макролидов: к эритромицину – 76,6%, к рокситромину – 68,1%. Отмечен высокий процент умеренно-устойчивых штаммов к ампициллину – 30%. Наибольшие показатели резистентности наблюдаются к левомицетину – 90% и фузидину – 61,8% штаммов *S. aureus* (таб. 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика чувствительности S. aureus к антибиотикам (в %)

Антибиотик	**Чувствительные**	**Умеренно устойчивые**	**Устойчивые**
Канамицин	71,4	8,6	20
Амикацин	50	2,2	47,8
Оксациллин	34	4	62
Ципрофлоксацин	83,3	6,7	10
Имипинем	85,7	2,3	12
Фузидин	30	8,2	61,8
Ванкомицин	87	5	8
Фурагин	43,3	1,7	55
Левомицетин	6	4	90
Эритромицин	76,6	2,4	21
Рокситромицин	68,1	3,9	28
Ампициллин	35,5	30	34,5

Анализ результатов фаготипирования полученных культур *S. aureus* показал наличие двух фагогрупп: большинство штаммов типировалось бактериофагами 1 группы (94,7%) и 3 группы (5,3%) (рис. 3).

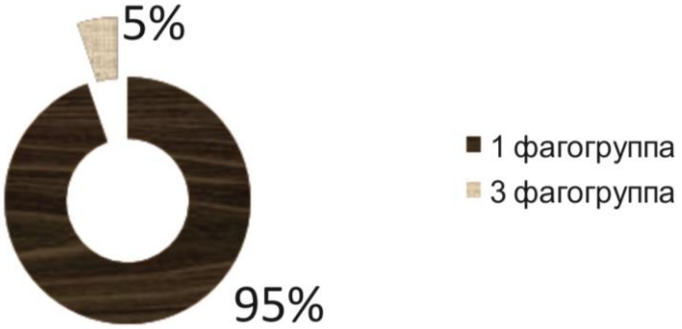


Рисунок 3 – Доли различных фагогрупп при фаготипировании штаммов **S.aureus**

Список литературы

1. *Этиология, эпидемиология и профилактика внутрибольничных инфекций/ Под ред. Н.А.Семиной. – М.: ВНИИМИ. 1988. – 69 с.*
2. *Региональный доклад: О санитарно-эпидемиологической обстановке в Пензенской области в 2008 г. // Пенза,2009. – 314 с. 14.*
3. *Суборова Т.Н. Совершенствование системы микробиологического мониторинга в специализированном хирургическом стационаре по лечению тяжелых ранений и травм.: Автореферат дис. док. биол.наук.- С-Петербург, – 2007. – 47 с.*
4. *Поспелова С.В., Горовиц Э.С. Ещё раз о бактерионосительстве стафилококков. Рецензируемый медицинский научно-практический журнал «Медицинский альманах», Н.Новгород, № 2 (7), июнь, 2009. С. 75-77.*
5. *Чуркина Л.Н., Бидненко С.И., Авдеева Л.В., Ванечутте М., Макушенко А.С. Атипичные формы стафилококков (SCVS) при стафилококковых инфекциях: физиология, чувствительность к антибиотикам, диагностика. Сборник научных трудов «Современные проблемы инфекционной патологии человека». Выпуск 2. Минск, «ФУАинформ», 2009. С. 473-475.*
6. *Сидоренко С.В., Яковлев С.В. Инфекции в интенсивной терапии. М., 2000, 144 с.*
7. *Крамарь О.Г. Особенности формирования микробиоценозов открытых биотопов у медицинских работников под влиянием факторов госпитальной среды, 2012.*
8. *Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования/ Под ред. М.О. Биргера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1982. – 464 с.*

УДК 504.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ И ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

© ***А.Н. Расстегаев***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.В. Таранцев***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

TIME DEPENDENCE OF PYROLYSIS OF OIL AND FORMALDEHYDE CONTAINING WASTE

© ***A.N Rasstegaev***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***K.V. Tarantsev***, *Penza State University (Penza, Russia)*

Исследованы зависимости времени процесса пиролиза нефтесодержащих и формальдегидсодержащих отходов безокислительным методом. Получены данные о влиянии температуры загрузки и исходной массы отходов на общее время процесса пиролиза нефтесодержащих и формальдегидсодрежащих твердых отходов.

Ключевые слова: способ, время, пиролиз, безокислительный метод, нефтесодержащие и формальдегидсодержащие отходы

The time dependence of the pyrolysis of oil containing and formaldehyde waste nonoxidative method was investigated. Data on the influence of temperature and initial loading of the waste stream by the total time of the pyrolysis of oil-containing and formaldehyde waste was given.

Key words: how, when, pyrolysis, nonoxidizing method, formaldehyde and oily waste

Ранее [1,2] была предложена технология и оборудование для безопасного способа утилизации нефтесодержащих отходов методом безокислительного пиролиза.

Важной задачей при исследовании установки утилизации твердых нефтесодержащих и формальдегидсодержащих отходов является определение оптимальной температуры загрузки отходов, а также время начала и окончания процесса разложения.

Так как процесс зависит от множества факторов как внутренних (концентрации и вида загрязняющих веществ, калорийности, влажности отходов, направления реакций разложения и т.д.), так и внешних факторов (температура начала процесса, масса перерабатываемых отходов и т.д.) поэтому теоретически определить время процесса разложения сложно. В связи с этим исследования проводили на установке методом физического моделирования.

При исследовании процесса регистрировались данные с датчика температуры в камере термического разложения, показывающие изменение температуры, а также показания датчика разрежения.

На рисунке 1 представлен график изменение температуры во времени, а на рисунке 2 график изменения разрежения в реакторе при начальной температуре загрузки отходов 650 °С и исходной массе отходов 20 кг.

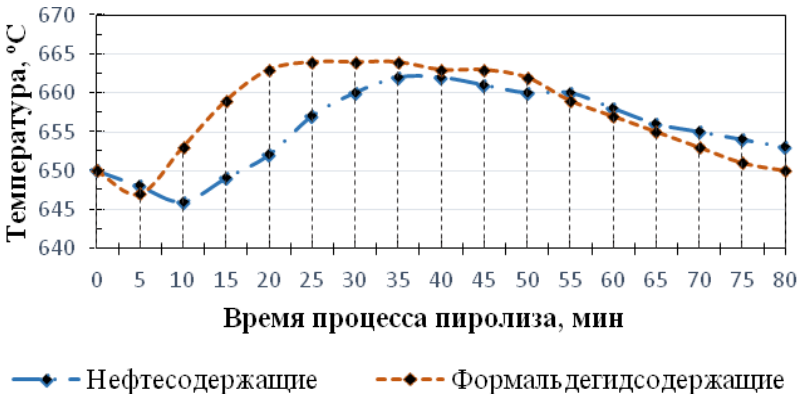


Рисунок 1 – Изменение температуры в процессе пиролиза
($T_{нач} = 650$ °С, $M_{исх} = 20$ кг)

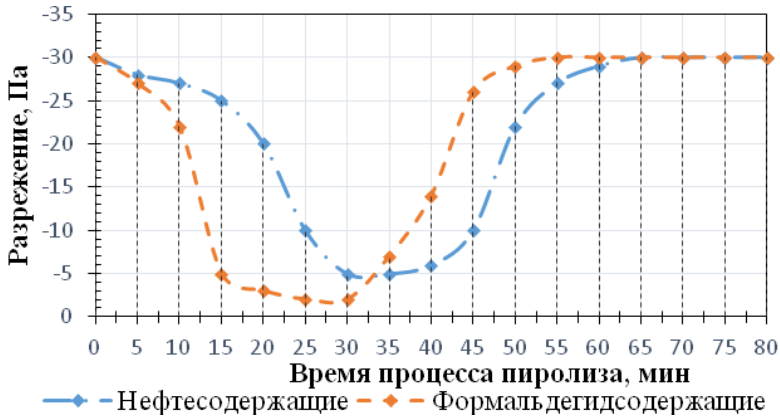


Рисунок 2 – Изменение разрежения в процессе пиролиза
($T_{нач} = 650$ °С, $M_{исх} = 20$ кг)

По графику изменения разрежения в процессе пиролиза можно судить об интенсивности газовыделения.

Из графиков 1 и 2 по тенденциям роста и падения температуры и разрежения, можно судить о протекании процесса пиролиза, условно разделив его на три этапа: сушка, термическое разложение, окончание процесса. На первом этапе «разогрев» происходит сушка загруженных отходов, испарение содержащейся жидкости, а также легких углеводородов (алканов, алкенов). На этом этапе наблюдалось небольшое падение температуры. Так для нефтесодержащих отходов «разогрев» составляет около 12 минут, при этом за это время было падение температуры до 646 °С и происходило небольшое газовыделение, которое можно объяснить испарением жидкости из отходов. Для формальдегидсодержащих отходов данное время составляет около 8 минут. На этапе «термического разложения» наблюдается бурное газовыделение, рост температуры. Для нефтесодержащих отходов такой этап наблюдался с 12 по 60 минуты, для формальдегидсодержащих с 8 по 53 минуты.

Последний этап «окончание процесса» характеризуется стабильным падением температуры в камере термического разложения, а также окончанием газовыделения и стабилизацией разрежения, что говорит о полной переработке исходных отходов.

Время сушки и время термического разложения составляют общее время процесса пиролиза, по окончанию которого можно судить об окончании процесса пиролиза, полной утилизации (полном обезвреживании) отходов, что и было подтверждено результатами биологической экспертизы зольного остатка

Для выявления зависимостей времени пиролиза от начальной температуры загрузки отходов, была проведена серия испытаний, при температурах 400 °С, 500 °С, 550 °С, 600 °С, 650 °С, 700 °С и исходной массе отходов 20 кг.

Выявлено, что при равных условиях, на процесс пиролиза нефтесодержащих отходов затрачивается больше времени, чем на пиролиз формальдегидсодержащих отходов. Это можно объяснить более высокой калорийностью формальдегидсодержащих отходов. Данные о среднем времени процесса пиролиза нефтесодержащих и формальдегидсодержащих твердых отходов исходной массы 20 кг при различных температурах загрузки представлены в таблице 1

Таблица 1 – Среднее время пиролиза отходов исходной массы 20 кг

Температура загрузки отходов, °С	Среднее время пиролиза, мин	
	Нефтесодержащие	Формальдегидсодержащие
400	83	73
500	74	65
550	71	60
600	64	56
650	60	53
700	57	50

Из результатов исследований представленных в таблице 1 видно, что при температуре начала пиролиза от 400 °С до 550 °С длительность процесса больше чем при более высоких температурах. Это можно объяснить увеличением времени сушки и начального разогрева отходов. При температурах от 600 °С до 700 °С значительного уменьшения времени пиролиза не наблюдается, но значительно увеличивается (примерно на 30%) время предварительного разогрева камеры термического разложения до температуры 700 °С, что сказывается на технико-экономических показателях процесса утилизации. Данная тенденция наблюдалась как для нефтесодержащих так и для формальдегид содержащих твердых отходов. Экспериментально было установлено: оптимальная температура загрузки отходов в реактор составляет 600-650 °С.

Оценку эффективности пиролизной установки по утилизации твердых нефтесодержащих и формальдегидсодержащих отходов, производили по степени переработки каждого из видов отходов. При этом по техническому заданию на установку, эффективность (степень) переработки должна была превышать 95%.

В настоящее время степень переработки твердых отходов определяется по формуле 1.

$$Э_{пер} = \frac{M_{исх} - M_{кзо}}{M_{исх}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

Однако, для нефтесодержащих формулу 1 использовать нельзя, следует учитывать, что масса песка, составляющая основную часть (80%) модельной смеси, при пиролизной переработке практически не изменяется. Не значительное изменение массы песка связано с испарением жидкости и содержащихся в нем органических примесей, при этом данный показатель не превышает 5% от общей массы.

Исходная масса перерабатываемой смеси $M_{НСисх}$, складывалась из массы песка $M_{П}$ и массы загрязняющего вещества (отработанного масла), составляющей 20% от массы песка $M_{П}$.

$$M_{НСисх} = (1 + \alpha_i) M_{П} \text{ кг},$$

где α_i – массовая доля загрязняющих веществ в исходном составе, α_i = 0,2.

Преобразовав формулу 1 с применением описанных выше поправок, получим

$$Э_{НСпер} = \frac{(1 + \alpha_i) M_{П} - M_{кзо}}{\alpha M_{П}} 100\% \quad (2)$$

Переменным параметром в формуле 2 является масса коксозольного остатка $M_{КЗО}$. Получаемая масса коксозольного остатка прежде всего зависит от времени протекания процесса пиролиза t.

$$M_{ост} = f(t) \text{ кг}, \quad (3)$$

В свою очередь время пиролиза t зависит от исходного состава отходов, определяемая их калорийностью C, массы перерабатываемых отходов $M_{исх}$ и начальной температуры загрузки $T_{нач}$.

$$t = f(C, T_{нач}, M_{исх}) \text{ мин}, \quad (4)$$

Поэтому основной задачей исследования являлась выявление функциональной зависимости времени пиролиза от перечисленных выше параметров.

Масса исходных отходов, калорийность, температура начала процесса величины, которые возможно определить заранее. Причем известно, общая калорийность отходов прямо пропорционально зависит от массы отходов через удельную калорийность, которая определяется их составом, так как состав исследуемых отходов заранее известен и при проведении исследований не менялся, то для упрощения поиска решения калорийностью отходов пренебрегли. При этом следует учесть, что для других видов отходов (с другой калорийностью) полученные зависимости на прямую невозможно применить, не внеся поправок на калорийность.

Для решения поставленной задачи необходимо было выявить двухфакторную зависимость вида

$$t = f(T_{нач}, M_{исх}) \text{ мин}. \quad (5)$$

Исследования проводились при температурах загрузки (начала процесса пиролиза) 400 °С, 500 °С, 600 °С и 650 °С, а также массе загрузки отходов 10, 15, 20, 25 кг.

Полученные экспериментальные данные о влиянии изучаемых факторов (температуры загрузки и исходной массы отходов) на общее время процесса пиролиза приведены в таблице 2.

На основе вышеперечисленных данных с применением вычислительной техники и специального программного обеспечения была выявлена регрессионная зависимость, описывающая влияние температуры загрузки и исходной массы нефтесодержащих отходов на общее время пиролиза, описываемая функцией

$$\begin{cases} t = 74,01+1,354M_{исх} - 0,008T_{нач} + 0,013M_{исх}^2 - 5,4 \cdot 10^{-5} T_{нач}^2 - 0,001M_{исх}T_{нач} \\ 400 \le T_{нач} \le 700 \\ 0 < M_{исх} \le 20 \end{cases}$$

Коэффициент детерминации регрессионной модели $R^2 = 0,996$, корреляция 0,998.

Таблица 2 – Экспериментальные значения общего времени пиролиза нефтесодержащих отходов в зависимости от температуры загрузки и исходной массы отходов

№ опыта	Масса исходных отходов, кг	Температура загрузки, °С	Время, мин
1	10	400	71
2	15	400	76
3	20	400	83
4	25	400	90
5	10	500	65
6	15	500	69
7	20	500	74
8	25	500	80
9	10	600	57
10	15	600	60
11	20	600	64
12	25	600	69
13	10	650	50
14	15	650	56
15	20	650	60
16	25	650	65

В графическом виде полученная двухфакторная зависимость представлена на рисунке 3, треугольниками обозначены экспериментальные значения.

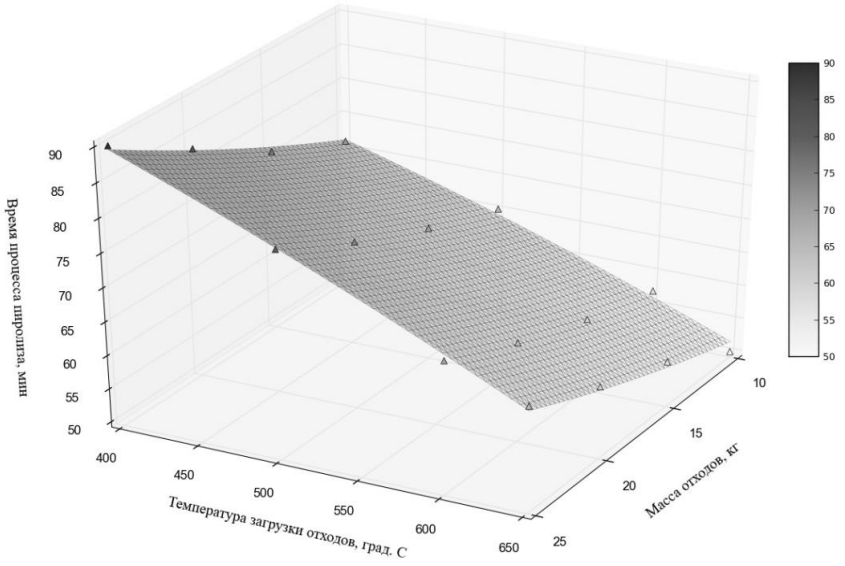


Рисунок 3 – Зависимость времени пиролиз нефтесодержащих отходов от температуры загрузки и массы отходов

Для формальдегидсодержащих отходов степень переработки твердых отходов определялась по формуле 1.

Полученные экспериментальные данные о влиянии изучаемых факторов (температуры загрузки и исходной массы отходов) на общее время процесса пиролиза формальдегидсодрежащих твердых отходов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Экспериментальные значения общего времени пиролиза формальдегидсодержащих отходов в зависимости от температуры загрузки и исходной массы отходов

№ опыта	Масса исходных отходов, кг	Температура загрузки, °С	Время, мин
1	10	400	62
2	15	400	68
3	20	400	73
4	25	400	78
5	10	500	58
6	15	500	62
7	20	500	65
8	25	500	70
9	10	600	50
10	15	600	53
11	20	600	56
12	25	600	60
13	10	650	45
14	15	650	50
15	20	650	53
16	25	650	56

На основе вышеперечисленных данных с применением вычислительной техники и специального программного обеспечения была выявлена регрессионная зависимость, описывающая влияние температуры загрузки и

исходной массы формальдегидсодержщих отходов на общее время пиролиза, описываемая функцией

$$\begin{cases} t = 57,774+1,661M_{исх} + 0,01T_{нач} - 0,003M_{исх}^2 - 6,1\cdot 10^{-5}T_{нач}^2 - 0,001M_{исх}T_{нач} \\ 400 \le T_{нач} \le 700 \\ 0 < M_{исх} \le 20 \end{cases}$$

Коэффициент детерминации регрессионной модели $R^2 = 0,995$, корреляция 0,997

В графическом виде полученная двухфакторная зависимость представлена на рисунке 4, треугольниками обозначены экспериментальные значения.

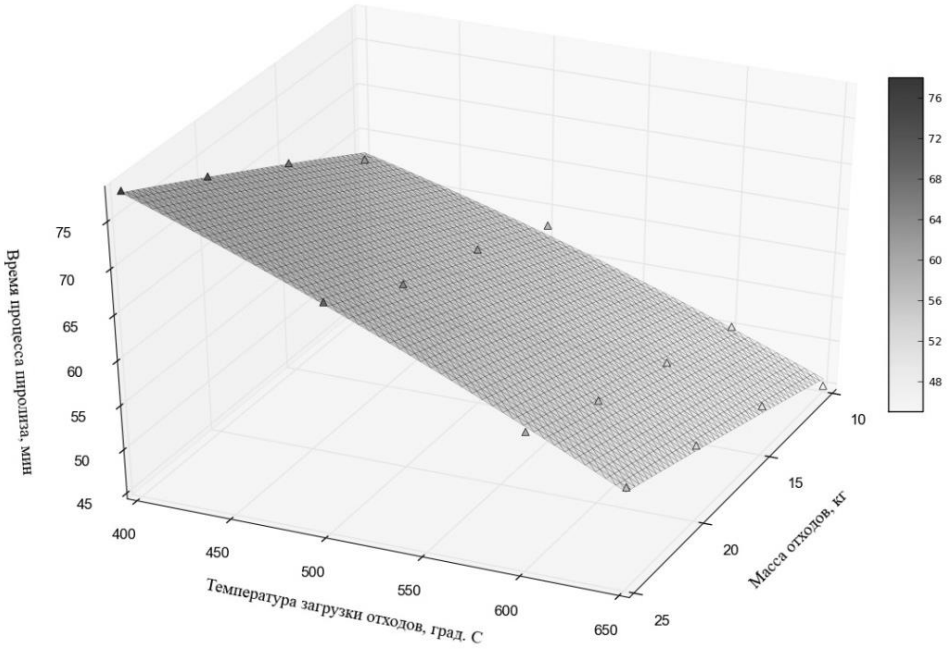


Рисунок 4 – Зависимость времени пиролиз формальдегидсодержащих отходов от температуры загрузки и массы отходов

Проведенная оценка полученной регрессионной модели по критерию Фишера показала адекватность модели с вероятностью 95%.

Список литературы

1. *Расстегаев А.Н., Голубовский В.В. Технология утилизации нефтесодержащих отходов методом пиролиза // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, –2013. – №12(16), – С. 231-233.*
2. *Расстегаев А.Н., Голубовский В.В., Таранцева К.Р. Способ обезвреживания грунта, загрязненного нефтепродуктами, методом пиролиза // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, – 2014. – №01(17), – С. 257-259.*

УДК 504.05

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА БЕЗОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ И ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

©***А.Н. Расстегаев***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***К.В. Таранцев***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

INVESTIGATION THE SAFETY OF NONOXIDATIVE PYROLYSIS OF OIL AND FORMALDEHYDE CONTAINING

© ***A.N Rasstegaev***., *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
©***K.V. Tarantsev***, *Penza State University (Penza, Russia)*

Исследована безопасность процесса безокислительного пиролиза нефтесодержащих и формальдегидсодержащих отходов. Сделан вывод об экологической безопасности процесса пиролиза нефтесодержащих и формальдегидсодержащих твердых отходов на данной установке.

Ключевые слова: безокислительный пиролиз, нефтесодержащие и формальдегидсодержащие отходы, безопаность

Investigated the safety of the process nonoxidative pyrolysis of oil and formaldehyde waste. It is concluded that the environmental safety of the pyrolysis oil containing formaldehyde and solid waste on a given-term installation.

Key words: nonoxidizing pyrolysis, oily waste and formaldehyde, security

Для безопасного способа утилизации нефтесодержащих и формальдегидсодержащих отходов методом безокислительного пиролиза, в ранних работах [1,2] были рассмотрены технология и оборудование. В данной работе приводятся результаты исследований по анализу степени токсичности выбросов и отходов, получаемых в ходе данного процесса.

Для оценки экологической безопасности протекания процесса пиролиза проводились замеры концентрации вредных веществ в отходящем газе. Контроль осуществляли с использованием автоматического газоанализатора ГАНК-4 НПО «Прибор». Газоанализатор ГАНК-4 предназначен для автоматического непрерывного контроля концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны, в промышленных выбросах и технологических процессах в целях охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда и оптимизации технологических процессов.

Методика выполнения измерений устанавливает процедуру количественного определения массовой концентрации вредных веществ в воздухе при работе установки с использованием автоматического газоанализатора ГАНК-4 в комплекте с химкассетами, встроенными датчиками и со встроенным насосом для отбора проб воздуха с расходом 0,5 дм^3/мин при измерении химкассетой и 1,8 дм^3/мин при измерении встроенным датчиком. Предел допускаемой основной погрешности не более ±20%.

Методика обеспечивает измерения в автоматическом режиме текущих (разовых) значений массовой концентрации вредных веществ в течение смены, максимально-разовой и среднесменной с возможностью занесения их в память газоанализатора с сигнализацией установленного порога ПДК.

Определяемые вредные вещества и соответствующие им диапазоны измерений массовой концентрации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень вредных веществ и диапазон измерений массовой концентрации веществ

Наименование вредного вещества	ПДК рабочей зоны, мг/м^3	ПДК населенных пунктов, мг/м^3	Диапазоны измерений массовой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3
NO_2 (азота диоксид)	2	0,04	0,02 - 40
NO (азота оксид)	5	0,06	0,03 - 100
SO_2 (диоксид серы)	10	0,05	0,025 - 200
CO (оксид углерода)	20	3	1 - 400
HCl (хлороводород)	5	0,1	0,05 - 100

Полученные данные усреднялись для каждого вида отходов и использовались для обоснования безопасности протекания процесса пиролиза.

Биологической экспертизе подвергались как исходные смеси, так и коксозольный остаток после пиролиза, с целью установления класса опасности.

Определение класса опасности отходов проводили экспериментальным методом в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов от 15 июня 2001 года № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

Экспериментальный метод основан на биотестировании отходов (после соответствующей процедуры пробоподготовки и приготовления разведений, согласно требованиям методик измерений и приказа №511 МПР от 15 июня 2001 г.). Опыты проведены на дафниях (*Daphnia magna Straus*), пресноводных водорослях (*Scenedesmus quadricauda*) и по изменению интенсивности бактериальной люминесценции (*тест-система «Эколюм»*) в соответствии с требованиями, изложенными в нормативных документах.

В экспериментах по определению острого токсического действия проб отходов на дафний устанавливали безвредную кратность разбавления водной вытяжки из отходов, вызывающую гибель не более 10% тест-объектов за 96-часовую экспозицию ($БКР_{10-96}$).

Условия проведения биотестирования на *Daphnia magna Straus*: t = 21 °С ± 1 °С, фотопериод 16 ч – дневной, 8 ч – ночной, освещённость 800 лк, освещение искусственное.

Определение токсичности разбавлений водных вытяжек из отходов проводили в трех параллельных сериях. Для контроля использовали три параллельные серии с культивационной водой. В качестве культивационной воды применяли отстоянную питьевую воду. Биотестирование проводили в химических стаканах вместимостью 250 см^3, которые заполнялись 100 см^3 исследуемого разведения водных вытяжек из отходов, в них помещали по десять дафний в возрасте 6–24 часов. Общее количество дафний в трех повторностях составило 30 штук. Дафний в опыте кормили один раз в сутки, добавляя 1,0 см^3 концентрированной водорослевой суспензии на 100 см^3 исследуемой пробы.

В экспериментах по определению острого токсического действия исследуемых проб на водоросли устанавливали безвредную кратность разбавления водных вытяжек, вызывающую не более чем 20 %-ное подавление уровня флуоресценции хлорофилла за 72-часовую экспозицию ($БКР_{20-72}$).

Для биотестирования использовали альгологически чистую культуру водорослей *Scenedesmus quadricauda*, находящуюся в экспоненциальной стадии роста (через 5 суток после пересева).

Условия проведения биотестирования на водорослях: t = 23 °С ± 1 °С, световой период – 24 часа, освещённость 5000 лк, освещение искусственное.

Определение токсичности разведений водных вытяжек из исследуемых проб отходов проводили в трех параллельных сериях. В качестве контроля использовали две параллельные пробы с дистиллированной водой. Биотестирование проводили в стеклянных плоскодонных колбах емкостью 250 $см^3$, которые заполнялись 100 $см^3$ исследуемого разведения. Затем в каждую колбу пипеткой стерильно добавляли компоненты питательной среды и равные объемы суспензии водорослей, с учетом того, чтобы численность клеток в них составила 25…35 тыс. кл./$см^3$. После внесения водорослей колбы встряхивали и производили подсчет водорослей в камере Горяева во всех контрольных и испытуемых пробах. Затем содержимое колб вновь перемешивали, закрывали стерильными ватно-марлевыми пробками и помещали в контролируемые условия. Клетки водорослей поддерживали во взвешенном состоянии в колбах путем встряхивания 1…2 раза в сутки. Проводили замеры уровня флуоресценции на приборе «Флюорат-02-3» по истечении времени экспозиции.

В экспериментах по определению острого токсического действия водных вытяжек из исследуемых проб отходов на люминисцентные бактерии устанавливали минимальную кратность разбавления, вызывающую не более чем 20%-ное гашение интенсивности биолюминисценции (индекс токсичности «Т» менее 20) при фиксированном времени экспозиции (30 минут) на люминометре «Биотокс-10».

Для биотестирования использовали тест-систему «Эколюм», представляющую собой суспензию клеток люминесцентных бактерий после реконструирования дистиллированной водой.

Условия проведения биотестирования с использованием тест-системы «Эколюм»: t = 23 °С ± 1 °С, освещение искусственное, относительная влажность воздуха – 75 %.

Определение токсичности разведений водных вытяжек из исследуемых проб отходов проводили в двух параллельных сериях. В качестве контроля использовали две параллельные пробы с дистиллированной водой. Биотестирование проводили в кюветах люминометра «Биотокс-10», в которые добавляли 0,1 $см^3$ рабочей суспензии бактерий и 0,9 $см^3$ опытной пробы исследуемого разведения. По истечении 30 минут экспозиции начинали биотестирование, измеряя интенсивность свечения бактерий в кюветах с контролем и опытом. По результатам измерения записывали показания прибора по индексу токсичности «Т».

Расчеты класса опасности по безопасной кратности разведения жидких отходов и водных вытяжек с использованием дафний и водорослей проводили методом пробит-анализа. При биотестировании с помощью тест-системы «Эколюм», в качестве критерия для определения класса опасности, использовали минимальную из исследованных кратность разбавления, при которой водная вытяжка из проб отходов не оказывала токсичного воздействия.

Перед проведением биотестирования измеряли pH (для дафний и водорослей), содержание растворенного кислорода (для дафний) и температуру (для бактерий) в полученных разведениях при помощи pH-метра, оксиметра и термометра лабораторногоВ процессе пиролиза постоянно происходили замеры концентраций вредных веществ в выбрасываемом в атмосферу газе.

В таблице 2 приведены допустимые и фактические концентрации вредных веществ, при пиролизе нефтесодержащих отходов, на рисунке 1 данные представлены в графическом виде.

Таблица 2 – Значения концентрации вредных веществ при пиролизе нефтесодержащих отходов

Наименование вредного вещества	ПДК рабочей зоны, мг/м^3	ПДК населенных пунктов, мг/м^3	Результат измерений массовой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3
NO_2 (азота диоксид)	2	0,04	0,03
NO (азота оксид)	5	0,06	<0,03
SO_2 (диоксид серы)	10	0,05	0,026
CO (оксид углерода)	20	3	1
HCl (хлороводород)	5	0,1	<0,05

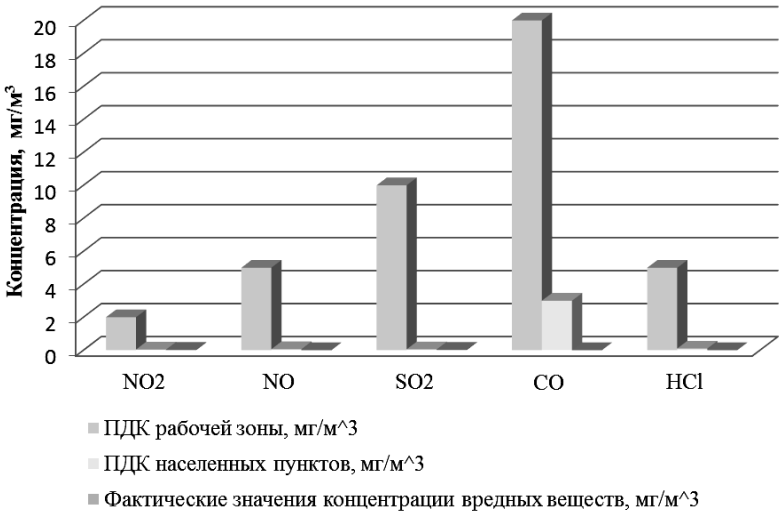


Рисунок 1 – Значения концентраций вредных веществ, при пиролизе нефтесодержащих твердых отходов

В таблице 3 приведены допустимые и фактические концентрации вредных веществ, при пиролизе формальдегидсодержащих отходов, на рисунке 2 данные представлены в графическом виде.

Таблица 3 – Значения концентрации вредных веществ, при пиролизе формальдегидсодержащих твердых отходов

Наименование вредного вещества	ПДК рабочей зоны, мг/м^3	ПДК населенных пунктов, мг/м^3	Диапазоны измерений массовой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3	Результат измерений массовой концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м^3
NO_2 (азота диоксид)	2	0,04	0,02 - 40	0,025
NO (азота оксид)	5	0,06	0,03 - 100	<0,03
SO_2 (диоксид серы)	10	0,05	0,025 - 200	<0,025
CO (оксид углерода)	20	3	1 - 400	2
HCl (хлороводород)	5	0,1	0,05 - 100	<0,05

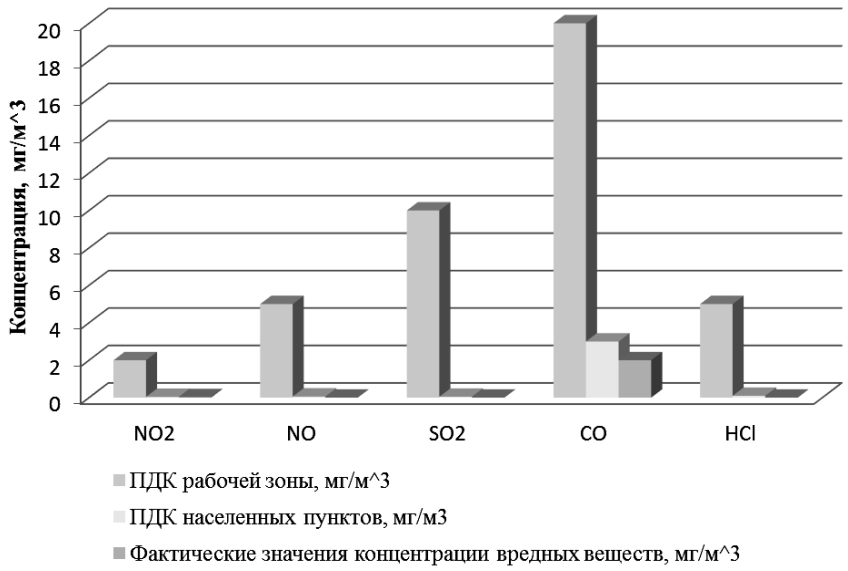


Рисунок 2 – Значения концентраций вредных веществ, при пиролизе формальдегидсодержащих твердых отходов

Из приведенных данных видно, что фактические концентрации вредных веществ много ниже чем допустимые. На основании этого можно сделать вывод об экологической безопасности процесса пиролиза нефтесодержащих и формальдегидсодержащих твердых отходов на данной установке. Система очистки способна обеспечить концентрации вредных веществ в заданных пределах.

Список литературы

1. *Расстегаев А.Н., Голубовский В.В. Технология утилизации нефтесодержащих отходов методом пиролиза // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, –2013. – №12(16), – С. 231-233.*
2. *Расстегаев А.Н., Голубовский В.В., Таранцева К.Р. Способ обезвреживания грунта, загрязненного нефтепродуктами, методом пиролиза // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, – 2014. – №01(17), – С. 257-259.*

УДК 621.391

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ЛИЦ ЛЕТНОГО СОСТАВА

© ***Т. В. Истомина,*** *Пензенский государственный, технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***А.Д. Грибанов*** *Московский авиационный институт, научный исследовательский университет (г. Москва, Россия)*
© ***В.С. Никитин,*** *Московский авиационный институт, научный исследовательский университет (г. Москва, Россия)*

AN INTEGRAL CRITERION FOR ASSESSMENT OF THE STRESS RESISTANCE LEVEL OF PILOTS

© ***Istomina T.V.*** *Penza State Technological University, (Penza, Russia)*
© ***Kosenok N.Y.*** *Moscow Aviation Institute (Moscow, Russia)*
© ***Nikitin V.S.*** *Moscow Aviation Institute (Moscow, Russia)*

В статье рассматривается использование интегрального показателя, оценивающего степень стрессоустойчивости, степень напряжения деятельности основных функциональных систем организма летчиков, устойчивость нервной системы и других важных психофизиологических качеств, влияющих на профессиональную надежность в полете.

Ключевые слова: степень стрессоутойчивости, диагностика летчиков, центральная нервная система

The article considers the use of an integral index, which measures the degree of stress resistance, the degree of tension of activity of the main body functional systems of pilots, stability of nervous system and other important psychophysical qualities which influence professional safety during the flight.

Key words: stress-resistance degree, diagnostics of pilots, central nervous system
E-mail: night_sumrak@mail.ru

Авиационная деятельность связана с воздействием на организм пилота крайних колебаний неблагоприятных факторов труда на фоне стресса. Влияние стресса на фоне отрицательно воздействующих на организм и психику пилота экстремальных факторов во многом обусловливает преждевременное старение организма, все более нарастающее снижение среднего возраста дисквалификации летного состава по состоянию здоровья. Поэтому сохранение и поддержание профессионального здоровья летчика в целях максимального продления его летного долголетия стало главной задачей авиационной медицины [1].

В связи с этим появилась необходимость при проведении медицинского контроля летного состава оценивать не только уровень соматического состояния здоровья, как такового, но и определять функциональную надежность летчиков, степень стрессоустойчивости – психофизиологическую готовность к выполнению профессиональных задач в экстремальных условиях. Поэтому актуальной задачей на современном этапе развития авиации является разработка количественных показателей состояния функциональных резервов летчика, степени его стрессоустойчивости, возможностей регуляторных функциональных систем.

Авиационный труд и особо сложный вид деятельности летчика стимулируют развитие стресса. Известно, что стресс представляет собой особое состояние психики и организма, определяемое широкой мобилизацией функциональных резервов для преодоления какого-либо экстремального воздействия.

Сложные авиационные ситуации, включение в летные инциденты дают основания говорить об авиационном стрессе. Например, режим, обусловленный резким ограничением двигательной активности, приводят к гиподинамии. С режимом гиподинамии связаны пилоты в дальних полетах; диспетчеры, операторы при длительных дежурствах. Указанные профессии могут сопровождаться развитием стресса с надлежащими гормональными реакциями, ухудшением сердечной деятельности, сосудистыми изменениями, негативным ухудшением показателей познавательных психических процессов и поведенческих реакций [2].

При экстремальных летных условиях, как правило, изменяется функциональная надежность. При этом значительно возрастают диапазоны изменений психофизиологических показателей и регуляции функций, и сужается возможность вегетативного обеспечения [3].

Степень истощения функциональных резервов можно определить с помощью изучения значительных отклонений в деятельности основных регуляторных систем, таких как сердечно-сосудистая, вегетативная нервная и дыхательная. В основном это следующие отклонения.

1. Негативная динамика вариаций интервалов R-R на электрокардиограмме. Коэффициенты динамического ряда R-R, как правило, не укладывались в принятые нормы.
2. Резкое нарушение корреляции между частотой сердечных сокращений и дыхания.
3. Разрушение обычной структуры дыхательных циклов, особенно резкое сокращение (в 2-3 раза) фазы выдоха.
4. Выраженное нарушение ритмики сердечных сокращений.
5. Искажение реакций артериального давления на психогенной основе.
6. Смещение вегетативного статуса в сторону симпатического.

Всё это приводит к серьёзным нарушениям в организме летчика и возникновению хронических заболеваний. Для предотвращения перечисленного необходимо проводить детальный мониторинг перечисленных отклонений для того, чтобы при определенном допустимом пороге предпринять меры для восстановления функциональных резервов. Кроме этого должен быть эффективный критерий оценки психофизиологического состояния летчика - интегральная оценка уровня стрессоустойчивости.

Для того чтобы разработать алгоритм определения степени стрессоустойчивости летчика необходимо определить основные критерии стресса. Критериями стресса являются объективные показатели нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Существуют отдельные показатели характеризующие деятельность этих систем, однако не существует критериев, оценивающих непосредственно степени стрессоустойчивости, то есть насколько организм способен приспосабливаться к экстремальным факторам и как быстро восстанавливаться после ситуаций, обеспечивающих стресс для организма.

Предлагается новая система показателей для оценки стрессоустойчивости летчика, в которую вошли наиболее эффективные показатели, использовавшиеся ранее разрозненно, а также интегрального критерия – степени стрессоутойчивости (СС).

СС определяется в условных единицах-баллах. Для вычисления СС требуются данные о частоте пульса (ЧП), электрокардиограммы (ЭКГ), артериального давления (АДс – систолическое, АДд – диастолическое), частоты дыхания (ЧД).

Рассмотрим подробнее основные показатели, вычисляемые с помощью математического анализа сердечного ритма. Частота сердечных сокращений (HR) определяется как количество интервалов в записи кардиоинтервалограммы, деленное на продолжительность их записи.

$$HR = 60 \cdot 1000 \cdot \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} NN_i (мс)} \text{ (в 1/мин)} \quad (1)$$

Среднеквадратическое отклонение имеет важное прогностическое значение, определяется как корень квадратный из дисперсии.

$$\sigma = \sqrt{D} \text{ (мс)} \quad (2)$$

Дисперсия рассчитывается по формуле 3.

$$D = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^{N} (x_i - x)^2 \text{ (мс}^2\text{)} \quad (3)$$

С помощью математического анализа сердечного ритма рассчитывается стресс-индекс SI.

$$SI = \frac{Amo \cdot 100\%}{2 \cdot Mo(c) \cdot MxDMn(c)} \quad (4)$$

Где *MxDMn(c)* – вариационный размах является разницей между наименьшим и наибольшим значениями динамического ряда R-R интервалов.

Для выявления грубых изменений в продолжительности интервала QT предложен показатели, который учитывает зависимость его от частоты ритма (формула Базета) (5).

$$\tau_{Б} = \frac{\tau_{QT}}{K\sqrt{\tau_{RR}}} \quad (5)$$

Формула дает соотношение между длительностью интервала QT и общей продолжительностью сердечного цикла и позволяет определить, каким является интервал QT– нормальным или патологически.

Важным показателем общего состояния сердечно-сосудистой системы является систолический показатель SP. Увеличение этого показателя против нормы на 5 % расценивается, как признак неполноценности функции сердечной мышцы имеет важное диагностическое значение.

$$SP = \frac{\tau_{QT} \cdot 100}{\tau_{RR}}, \% \quad (6)$$

Спектральный анализ динамических рядов кардиоинтервалов позволяет численно оценить состояние вегетативной нервный системы с помощью анализа мощности общего спектра вариабельности сердечного ритма.

$$ULF\% = \frac{ULF}{TP} \cdot 100\% \quad (7)$$

Для определения степени стрессоустойчивости формируется показатель в виде суммы оценок (по модулю) отдельных состояний и характеристик – степень стрессоустойчивости:

$$SS = \sum_{ij}^{N} = 1 \text{ при } (N_i - P_j)^1 \quad (8)$$

где N и P– показатели напряжения сердечно-сосудистой системы и вегетатив-ной нервной системы.

СС характеризует состояние нервной системы и сердечно-сосудистой и сердца и зависит от общей реакции организма на воздействие стресса. Величина СС определяется в условных баллах (в диапазоне от 0 до 8). Каждый обследуемый летчик может быть отнесен к одной из пяти групп по результатам диагностики. Чем выше значение СС, тем выше вероятность неадекватного поведения в экстремальных ситуациях летчика, тем быстрее будет входить в критический режим деятельность основных функциональных систем организма летчиков, и тем ниже устойчивость его нервной системы.

Используя данный критерий можно контролировать состояние лиц летного состава и при необходимости проводить восстановительно-реабилитационные процедуры, эффективность которых также можно оценить.

Список литературы

1. *Крылов Ю.В., Фролов. Н.И. Актуальные проблемы эргономической оптимизации деятельности авиационных специалистов. – М. – 1991.– С.5-14.*
2. *Евдокимов В.Л., Марищук В.И. Поведение и саморегуляция человека в условиях стресса. – СПб.: Издательский дом «Сентябрь». – 2001. – 260 с.*
3. *Человек в экстремальных условиях: здоровье, надежность и реабилитация. Материалы пятого международного научно-практического конгресса. – М. – 2006. – С.172-173.*

УДК 621.793; 621.794; 621.357.7

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СПЛАВА МЕДЬ-ОЛОВО, ПОЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

© ***В.А. Казаков***, *Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*

© ***О.С. Виноградов***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

© ***Н.А. Виноградова***, *Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*

© ***М.В. Глебов***, *Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

THE STRUCTURE OF THE COPPER-TIN ALLOY PREPARED ELECTROCHEMICALLY

© ***V.A. Kazakov***, *Penza region Higher school Centre Russia State University of Innovative Technologies and Business (Penza, Russia)*

© ***O.S. Vinogradov***, *Penza State University (Penza, Russia)*

© ***N.A. Vinogradova***, *Penza region Higher school Centre Russia State University of Innovative Technologies and Business (Penza, Russia)*

© ***M.V. Glebov***, *Penza State University (Penza, Russia)*

Статья содержит сведения о влиянии нестационарных режимов электролиза на структуру покрытий сплавом медь-олово. Показано влияние состава сплава на внутренние напряжения покрытий.

Ключевые слова: электрохимические производства, медь, олово, нестационарный электролиз.

This article contains information about the influence of non-stationary modes of electrolysis on the structure of copper-alloy coatings tin. Shows the effect of alloy composition on the internal stress coatings.
Key words: electrochemical production, copper, tin, non-stationary of electrolysis.
E-mail: woinova53@mail.ru

Покрытия сплавом медь-олово, содержащие 20-30 % олова, обладают достаточно высокой микротвёрдостью за счёт мелкозернистого строения, низким коэффициентом трения, беспористы. Такие покрытия имеют золотисто-жёлтый цвет. Гальванические покрытия сплавом медь-олово может быть применено как защитно-декоративное покрытие, так и износостойкое с низким значением переходного электросопротивления

Свойства материала во многом определяются его структурой. В тонких пленках велика вероятность влияния структуры основы на структуру покрытия. В связи с этим исследования велись на покрытиях толщиной не менее 10 мкм.

Поверхность покрытий оценивалась с помощью металлографического микроскопа Биомед-ММР2 и электронного микроскопа Vega3 tescan. Микроструктура покрытий сплавом медь-олово, осажденных на стационарном режиме, при вибрации катода и в магнитном поле, а также для сравнения медных покрытий, изучалась на металлографическом микроскопе с увеличением в 250 раз, и на электронном микроскопе с увеличением 10000 раз

Исследование топографии поверхности осаждённого сплава проводились с помощью атомно-силового микроскопа с радиусом закругления сканирующей иглы 20 нм и разрешающей способностью 3 нм.

Исследования показали, что микроструктура покрытий сплавом медь-олово представляет собой включения химического соединения Cu_3Sn_8 в α – бронзе (смесь зёрен твёрдого раствора олова в меди), что определяет блеск и равномерность покрытий. Режим электролиза влияет на распределение химического соединения Cu_3Sn_8 в структуре сплава. Вибрация катода значительно уменьшает размеры включений Cu_3Sn_8. Наложение на электролит переменного магнитного поля способствует получению упорядоченной структуры, по-видимому, ориентируя химическое соединение и зёрна твёрдого раствора вдоль линий магнитного поля. Кроме того, вибрация и наложение на электролит переменного магнитного поля делает поверхность более рельефной, что подтверждается трёхмерными изображениями поверхности (рис. 1 - 3).

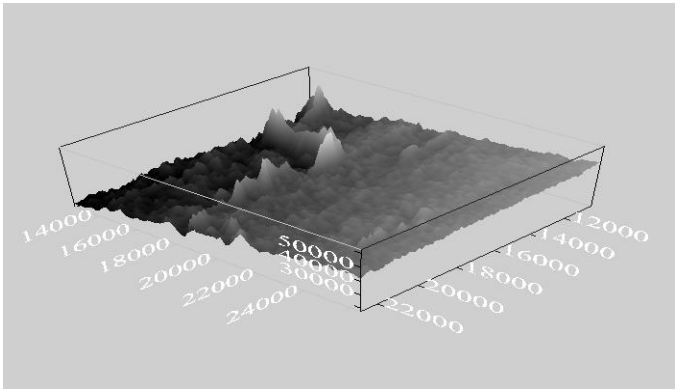


Рисунок 1 – 3D Топография поверхности покрытия сплавом медь-олово на стационарном режиме 10×10 мкм

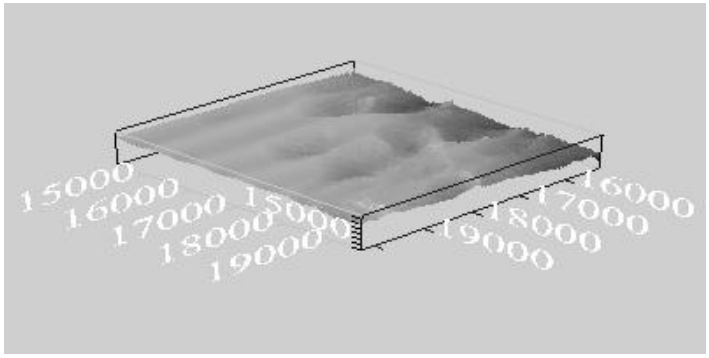


Рисунок 2 – 3D Топография поверхности покрытия сплавом медь-олово при вибрации катода 5×5 мкм

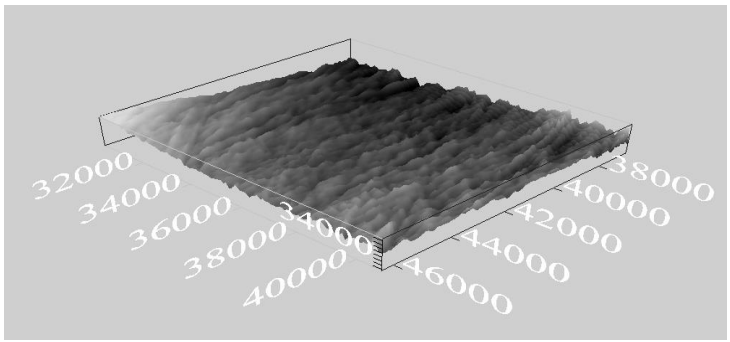


Рисунок 3 – 3D Топография поверхности покрытия сплавом медь-олово при наложении на электролит переменного магнитного поля 10×10 мкм

Изменения в структуре покрытий связаны, в основном, применением нестационарных режимов (вибрация, наложение магнитного поля) в результате чего изменяется скорость зарождения и роста кристаллов, плотность возникающих дефектов, что и приводит к более выраженной фактурности поверхности.

В процессе наращивания толщины покрытия при электролизе могут возникнуть внутренние напряжения. В основном, это связано с деформацией кристаллической решетки, что неизменно будет приводить к изменению свойств покрытий.

На рисунке 4 представлены внутренние напряжения в покрытиях медь-олово в зависимости от состава сплава. Исследования проводили при температуре 20°С и pH электролита 4,5. При данных условиях, в покрытиях возникают внутренние напряжения сжатия, возможно, это связано со встраиванием атомов между узлами кристаллической решеткой

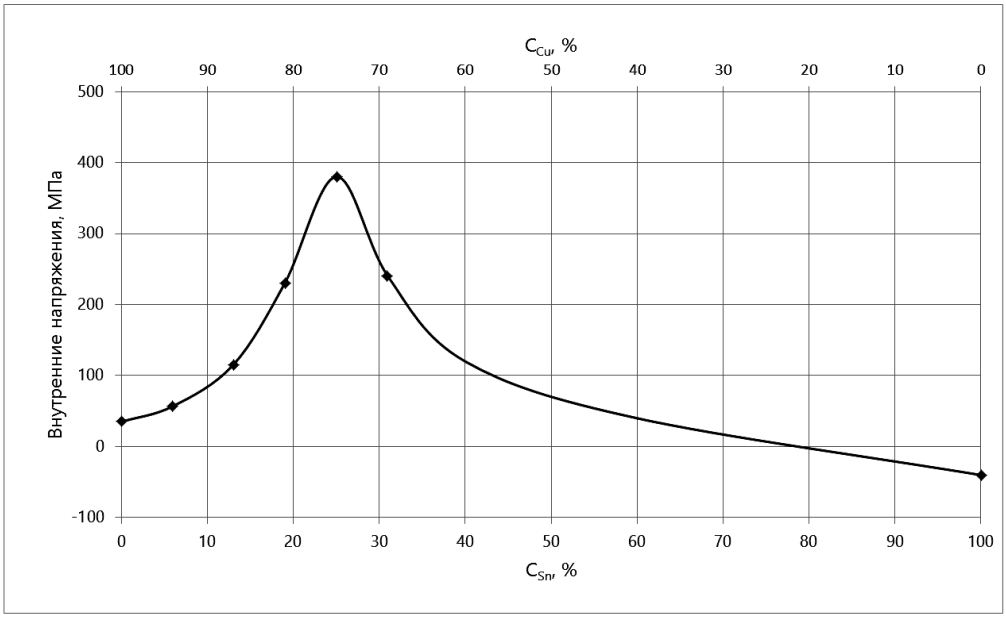


Рисунок 4 – Влияние состава сплава на внутренние напряжения покрытий сплавом медь-олово

Максимальные внутренние напряжения (до 380 МПа) наблюдались при содержании олова в сплаве около 25%. В области повышенного значения внутренних напряжений может наблюдаться отслаивание покрытия от основы, а также возможно появление сетки микротрещин. Поэтому внутренние напряжения нужно минимизировать путём отжига покрытых деталей или другими доступными методами.

Список литературы

1. *Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Глебов М.В., Кабанов С.В. Автоматизированное экологически безопасное нанесение цинкосодержащих покрытий //// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс: Научно-методический журнал. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, – 2013. – №09(13), – С. 99-104.*

УДК 617

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

© ***В.О. Дунин***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Т.В. Истомина***, *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***В.Н. Елизаров,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

PROSPECTS OF MEDICAL INFORMATION DECISION SUPPORT SYSTEMS

© ***V.O. Dunin***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***T.V. Istomina***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***V.N. Elizarov***, *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Работа связана с созданием информационной системы поддержки принятия решений, нацеленной на формирование и дальнейшую работу со специализированной единой базой знаний, актуальной информации в сфере мед учреждения. Кроме того, рассматривается возможность создания и группировки вокруг единого информационного ядра различно-направленных информационных систем, экспертных систем, предназначенных не только для информационной поддержки решений, но и оптимизации работ по предоставлению медицинских услуг - как следствие, может быть улучшено качество исследований и применения методик лечения различных заболеваний. Реализация предложений предполагается на основе наиболее востребованной в наши дни клиент-серверной технологии, аппаратной виртуализации, а также технологий интеллектуальной обработки данных с использованием методов кластерного анализа, применения нейронных сетей.

Ключевые слова: интеллектуальные средства поиска, системы сбора данных, поисковые системы, базы знаний, клиент-серверные технологии, кластерный анализ, нейронные сети.

This paper is concerned with the creation of information decision support system, aimed at forming and further work with a dedicated single knowledge base of relevant information in the field of medical institutions. In addition, the possibility of creating and grouping around a single core information differently-designed information systems, expert systems, designed not only for informed decision-making, but also the optimization of the provision of health services as a result, can be improved quality of research and application of techniques for treating various diseases. Implementation of proposals expected based on the most popular nowadays client-server technology, hardware virtualization, and data mining technologies using methods of cluster analysis, the application of neural networks.

Key words: intelligent search tools, data acquisition systems, search engines, knowledge base, client-server technology, cluster analysis, neural networks.

Специалисты, работающие в современном информационном мире сталкиваются с двумя распространенными проблемами: имеющиеся информационные системы связанны между собой и непродуктивно оперируют данными находящимися в них, а развивающиеся информационные и Интернет-технологии, аккумулирующие в себе огромные потоки данных, предоставляют информацию в весьма избыточном виде. В данной работе рассматривается вариант реализации информационной системы поддержки принятия решения (ИСППР) организаций сферы медицины/здравоохранения, способной интегрировать различные базы данных, за счет предоставления пользователям сведений текущем количестве ресурсов, имеющихся в рамках конкретного мед учреждения, а так же соседних учреждений.

В рамках работы производится создание ИСППР, оперирующей базой данных информации о состоянии пациентов, количестве медикаментов, а также возможность подключения/группирования вокруг единого информационного ядра различно-направленных систем не только поддержки принятия решений, но и оптимизации работы по предоставлению медицинских услуг. Проектируемая система, позволит повысить качество обслуживания и улучшить использование методик лечения различных заболеваний, так же поднять эффективность управления медицинскими учреждениями в целом. В результате функционирования ИСППР появляется возможность заблаговременно принять меры для решения проблем со здоровьем пациентов в случаях нетипичного протекания заболеваний/симптоматики, когда существующие стандарты лечения применять, будет не целесообразно или не эффективно [1].

Схематично, проект ИСППР можно представить на рисунке 1.

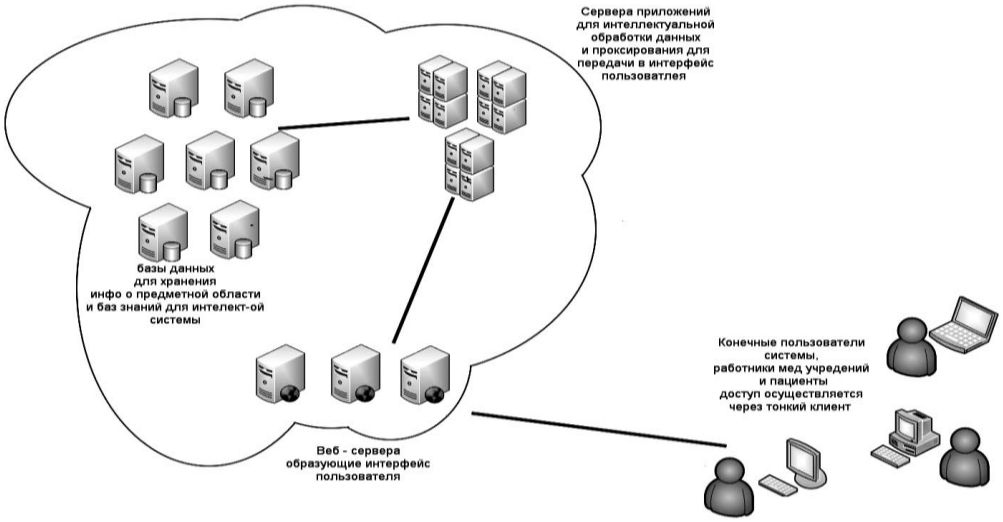


Рисунок 1 – схема развертывания ИСППР мед учреждения

Центральной частью системы является узел агрегации информации (состоящий из группы серверов индексирования, аналитики) и высокопроизводительная система управления базами данных. Их основной функцией является автоматизированный поиск, сбор, структурирование, анализ, хранение и обеспечение доступа к полученной полезной информации (ПИ). Любого пациента можно рассматривать как некоторый объект, обладающий набором свойств [3]. Последние, в свою очередь, можно разделить на индивидуальные качества и симптомы, представленные в виде историй болезни, занесенных в электронные карточки пациентов [6]. Свойства (характеристики) пациентов могут включать в себя возраст, пол, группу крови, данные об индивидуальной переносимости тех или иных препаратов, результаты выполненных анализов, набор симптомов, с которыми поступил на прием в амбулаторное медучреждение (или на лечение в стационарное медучреждение) пациент, а так же ряд прочих показателей. Сопоставляя имеющиеся данные о конкретном пациенте и информацию о новейших достижениях в соответствующей предметной области, ИСППР может предложить врачу наиболее рациональное решение за счёт комплексного анализа большого числа

входных данных, который достаточно трудоёмко не под силу произвести специалисту без применения автоматизированных экспертных систем (ЭС).

ИСППР располагается в «облаке», то есть в датацентре, что позволяет организовать доступ к системе с помощью тонкого клиента, а так же использовать дополнительные системы авторизации пользователей (токены и сертификаты). Серверная часть системы состоит из трех больших модулей:

- сервера маз данных;
- сервера обработки информации;
- сервера для предоставления веб-доступа (служащие фронтендом для доступа к данным в ИСППР).

Данная система позволяет решить следующие задачи:

- централизованное хранение данных пользователей;
- централизованный доступ к хранимым данным;
- обеспечение единых стандартов безопасности;
- анализ данных и предоставление пользователю «подсказок» при принятии решений [6].

Решение поставленных задач может осуществляться линейными методами, но для решения задачи анализа данных нужно реализовать схему с использованием нелинейного интеллектуального алгоритма. Далее рассмотрим схему ИСППР, представленную на рисунке

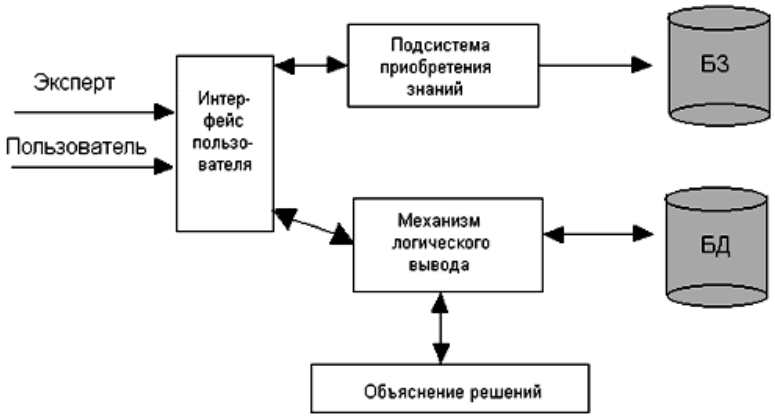


Рисунок 2 – общая схема работы экспертной системы

Механизм логического вывода предназначен для получения новых фактов на основе сопоставления исходных данных из рабочей памяти и знаний из базы знаний [3]. Данный механизм позволяет сформировать заключения, воспринимая вводимые факты как элементы правил, отыскивая правила, в состав которых входят введенные факты и, актуализируя те части, которым соответствуют введенные факты. В обычном случае механизм вывода может выполнять одну или обе из следующих операций:

- проверка истинности некоторого факта: истинным считается факт, если выведенный по законам формальной логики из имеющейся базы фактов и правил;
- нахождение множества значений параметра некоторого правила, при котором данное правило превращается в истинный факт.

Подсистема объяснений – программная часть, позволяющая получить в качестве ответа на вопросы: «Каким образом было получено то или иное

решение?» и «Каким образом было принято данное решение?» трассировку всего процесса вывода решения с указанием использованных фрагментов базы знаний.

База знаний – совокупность знаний, относящихся к некоторой предметной области и формально представленных таким образом, чтобы на их основе можно было осуществлять рассуждения. Модели представления знаний можно разделить на 3 вида:

Продукционные модели, которые позволяют представить знание в виде предложений типа: «ЕСЛИ условие, ТО действие». Такие модели обладают существенным недостатком: при накоплении достаточно большого числа правил, они начинают противоречить друг другу. В ЭС используется ряд элементов, которые программно реализуются в рамках приложения, описывающего предметную область. Среди сущностей можно отметить:

– сетевые модели или семантические сети – как правило, представленные графами, отображающими смысл целостного образа. узлы графа соответствуют понятиям и объектам, а дуги – отношениям между объектами;

– фреймовые модели, в основе которых используют так называемые фреймы – структуры данных для представления некоторого концептуального объекта. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его слотах, которые могут быть терминальными либо являться сами фреймами, образуя целую иерархическую сеть;

– интерфейс пользователя – подсистема позволяющая организовать взаимодействие пользователя с системой;

– интерфейсом разработчика является программная среда, позволяющая вносить исправления в работающий код;

– отладку и проверку адекватности работы системы выполняют программист, инженер-когнитолог и эксперт;

– инженер-когнитолог – специалист по искусственному интеллекту, проектирующий и создающий экспертную систему. Обычно инженер по знаниям выступает в роли посредника между экспертом и базой знаний;

– эксперт – лицо, заведомо считающееся компетентным в конкретной предметной области [2].

На рисунке 3, представлена диаграмма использования системы, описывающая взаимодействие различных пользователей с системой.

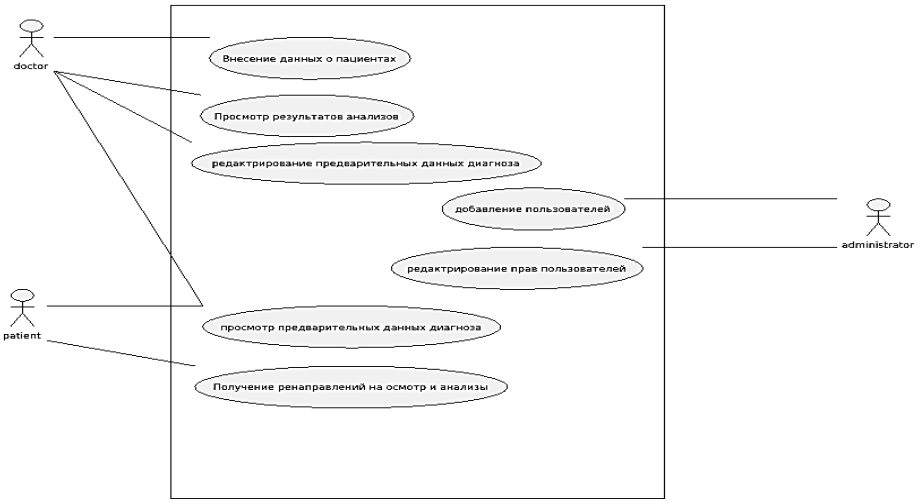


Рисунок 3 – UML диаграмма использования общая схема системы

Основой экспертной системы является подсистема решателя, как некий справочник, дающий специалисту доступ к общей базе знаний, сформированной экспертами тематической области, что однозначно помогает в принятии сложных решений. Реализация требуемой подсистемы представлена на рисунке 4, и состоит из следующих классов [4]:

– Управляющий класс;
– Класс нейрона;
– Класс слоя;
– Класс нейросети;
– Классы обучения и коррекции нейросети (весов нейронов и т.п.)
– Классы вспомогательных функций (например, выполнение отчета, построение графиков).
–

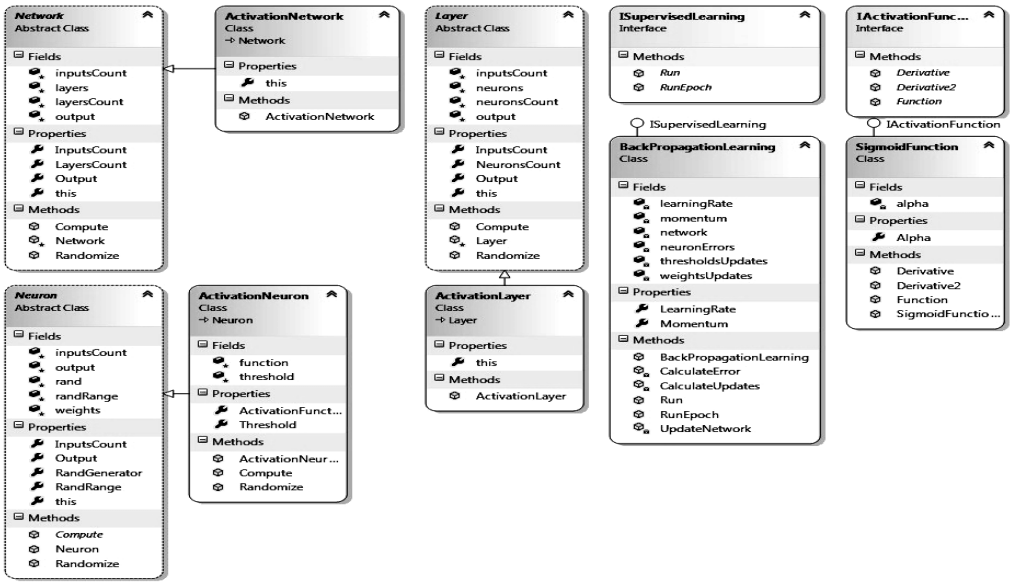


Рисунок 4 – диаграмма классов

Управляющий класс служит для организации управления системой, обращается к другим классам и подсистемам, класс нейрона описывает минимальную единицу нейросети и содержит свойства и методы, требуемые для осуществления работы нейрона (функцию активации, пороговый значения) и его взаимодействия с другими нейронами в нейросети [5]. Класс слоя содержит описание слоя нейросети, количество нейронов, класс нейросети служит для объединения слоев в сеть и организации связей и совместной работы между ними, осуществляет оценку погрешности. Класс обучения и коррекции нейросети реализует функцию изменения весовых коэффициентов в сети, классы вспомогательных функций требуются для удобного вывода требуемой пользователю информации на экран, формирования отчетов, выполнения административных и обслуживающих функций [6].

Рассмотрим общий вид диаграммы классов, представляющих вышеописанную систему [7].

Абстрактный класс нейрона Neuron содержит стандартные поля, такие как вход, выход и веса нейрона, функцию получения выходного значения нейрона Compute ().

Абстрактный класс слоя Layer содержит такие поля, как коллекцию нейронов, объединенных в слой, функцию получения выходного вектора значений для слоя Compute ().

Абстрактный класс сети Network содержит коллекцию полей, объединенных в сеть. Функция Compute () служит получения выходного вектора значений сети (т.е. выходного вектора последнего слоя в сети).

Также на диаграмме классов представлен алгоритм обратного распространения ошибки BackPropogationLearning, часто используемый для обучения многослойных нейросетей. Класс содержит сеть и методы, служащие для реализации алгоритма, такие как обновление весовых коэффициентов в сети, расчет погрешности и ошибки и т.п.

Представлен класс для реализации сигмовидной функции активации нейрона SigmoidFunction.

Таким образом, реализация информационной системы позволяет повысить эффективность работы медучреждения, за счет автоматизации аналитических процессов принятия решения, и решить проблему человеческого фактора. Реализация данной системы на основе технологий баз данных (которые являются стандартом решений, в данной области) и модульная архитектура решения, позволяют достигнуть приемлемые, как аппаратные требования, так и требования к масштабируемости системы. Так же данная техническая реализация позволяет упростить процесс обучения системы, и решить общие технические вопросы (резервное копирование, использование распределенных систем и централизация управления).

Список литературы

1. *Боровиков В. П.: STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере, 2-е издание, ПИТЕР, 2003 ISBN: 5-272-00078-1.*
2. *Гусев А.В., Романо Ф.А., Дуданов И.П. – Обзор медицинских информационных систем на отечественном рынке в 2005 году. – http://medprom.ru/files/123327/ mis_gusev.pdf (14.04.2014).*
3. *Гусев А.В. Обзор рынка комплексных медицинских информационных систем // Журнал «Врач и информационные технологии», №6. – 2009. – С. 4-12.*
4. *NeuralBase – нейросеть за 5 минут – URL: http://www.basegroup.ru/library/analysis/neural/fastneuralnet/*
5. *Искусственная нейронная сеть. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть*
6. *Нейронные сети для чайников. Сеть Кохонена URL: http://habrahabr.ru/post/143668/*
7. *Алгоритм обучения многослойной нейронной сети методом обратного распространения ошибки (Backpropagation) URL: http://habrahabr.ru/post/198268/*

УДК 504.75

ОБ ИНТЕРВАЛЬНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ НЕКОТОРОЙ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

© ***О.А Логвина,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Е.А. Немкова,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
© ***Ю.О. Логвин,*** *Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

ON THE USE INTEGRATED INDEX FOR PREDICTION OF AIR POLLUTION

© ***O.A. Logvina,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***E.A. Nemcova,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*
© ***S.G. Logvin,*** *Penza State Technological University (Penza, Russia)*

Статья посвящена вопросу необходимости введения оценочных критериев, позволяющих каждому состоянию системы поставить в соответствие некоторое числовое значение. Рассматриваются случаи, когда значения переменных состояния задаются точечными оценками числовых параметров или интервальными оценками. Математическое моделирование биосистемы производства в условиях интервальной неопределенности сводится к решению для интервальной производственной функции тех задач, которые в современной математике экономике решаются для детерминированных производственных функций.

Ключевые слова: критерии, ПДК, оценка состояния, экологическая система, недетерминированные производственные системы, интервалы – параметры, явное представление.

The article focuses on the need to introduce evaluation criteria allows Barking each state of the system put in correspondence with a numeric value. The cases where the state variables are set of point-governmental estimates of numerical parameters or interval estimates. Mathematical modeling of biosystems production under interval uncertainty reduces to the solution for the interval of the production function of the tasks that the economy in modern mathematics solved for deterministic production function.

Key words: criteria, MPC, assessment, ecological system, non-deterministic production systems, intervals – parameters explicit representation.

E-mail: Olga_kr@list.ru

В заданный момент времени, состояние любой биотехнической системы можно охарактеризовать значениями параметров, определяющих её функционирование. Обычно оценка состояния любой системы сводится к определению значений основных параметров и их соответствия значениям, принятым за норму.

Примером применения подобных методов оценки состояния может служить оценка состояния любой биосистемы. В случае, оценки состояния водного объекта это могут быть температура, химический состав, вязкость и скорость течения жидкости и т.п. или химические ингредиенты.

Каждый из учитываемых показателей рассматривается самостоятельно. Если содержание какого-либо одного химического соединения в воде превышает допустимое, то состояние жидкости не считается нормальным. В том случае, когда рассматривается природный объект, за превышением ПДК следуют природоохранные мероприятия.

Для оценки состояния экологической системы, необходимо учитывать изменение всех показателей её состояния одновременно. Например, при одновременном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ,

обладающих суммирующим действием, сумма их концентраций не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1}+\frac{C_2}{ПДК_2}+...+\frac{C_n}{ПДК_n}\le 1, \quad (1)$$

где C_1, C_2,…,C_n – фактическая концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе; $ПДК_1$, $ПДК_2$, …,$ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе [4].

Однако, наличие в воде нескольких веществ, не обладающих суммирующим действием, также нельзя назвать полезным, так как оно ухудшает качество воды. В связи с этим допустимо введение критерия вида $\sum_{i=1}^{n}\frac{K_i}{ПДК_i}\le 1$, где K_i – фактическая концентрация всех учитываемых вредных веществ в воде, в том числе, и не обладающих суммирующим действием. Безусловным преимуществом такого критерия является и его несомненная простота в использовании. Тем не менее, он не решает проблемы количественного определения состояния водного объекта и никак не позволяет сравнивать качество воды в различных водных объектах.

Необходимо введение оценочных критериев, которые позволили бы каждому состоянию системы поставить в соответствие некоторое конкретное числовое значение. Это должна быть однозначная функция нескольких параметров. Значения переменных состояния могут задаваться точечными оценками числовых параметров распределения случайных величин или интервальными оценками, границы которых являются функциями выборочных значений и который с заданной вероятностью накрывает оцениваемый параметр.

Рассмотрим возможность использования функций нескольких переменных к описанию состояния системы.

Если нормальное состояние некоторой системы описывается как точка $\chi^0\left(\tau_1^0,\tau_2^0,...,\tau_n^0\right)\in R^n$, то оценочный критерий можно задать как функцию отклонения состояния системы от нормы [2,3].

Будем рассматривать описываемое состояние гидросферы в данный момент времени как точку $\chi\left(\tau_1,\tau_2,...,\tau_n\right)$ в пространстве R^n, где τ_i, $\left(i=\overline{1,n}\right)$ - параметры, описывающие рассматриваемую систему (количественные данные содержания примесей). Нормальное состояние системы описывается как некоторая точка $\chi^0\left(\tau_1^0,\tau_2^0,...,\tau_n^0\right)\in R^n$, где τ_i^0 – количественные данные о содержании химических элементов в исследуемом объекте.

Когда нормальное содержание конкретного элемента (элементов) задано не одним значением, а минимальным и максимальным уровнем содержания (интервалом), вместо точки $\chi^0\left(\tau_1^0,\tau_2^0,...,\tau_n^0\right)\in R^n$ для описания нормального состояния функционирующей биосистемы может использоваться область

$\chi^0\left(\tau_1^0,\tau_2^0,...,\tau_n^0\right)\in R^n$, где $\tau_i^0\in\left[a_i,b_i\right]$, то есть имеет «коридор» нормальных значений.

Так как величины, входящие в формулы могут измеряться в различных единицах, под всеми значениями будем понимать только относительные величины. В дальнейшем, для определённости, считаем все величины, входящие в выражения, относительными и, следовательно, безразмерными.

При применении подобных методов исследования для оценки состояния гидросферы необходимо учитывать неравнозначность влияния изменения различных параметров на общее состояние среды. В таком случае, должны вводиться весовые функции, определяемые, исходя из степени опасности примесей. В случае невозможности определения весовых функций другим образом, возможно присвоение им значений на основании принятого деления химических веществ на классы опасности.

Для наглядного представления определения рассматриваемого критерия, возьмем известные данные о концентрации лёгких и тяжелых металлов и кремния в воде Петербурга (в мкг/л).

Таблица 1 – Концентрация лёгких и тяжёлых металлов и кремния в воде Петербурга в (мкг/л)

Металл	1997			1998			ПДК
	Станция, диапазон	Кран, диапазон	Кран, среднее	Станция, диапазон	Кран, диапазон	Кран, среднее	
Натрий	3900-6300	3700-6300	5000	3800-5800	2700-5700	4600	120000
Магний	2500-4100	2700-4100	2900	2300-3200	2300-3400	2700	40000
Калий	970-2400	1000-2400	1300	960-1400	560-1300	1100	50000
Кальций	9400-13000	9300-13000	11000	7800-11000	2900-11000	10000	180000
Кремний	50-530	50-520	220	52-770	50-760	290	10000
Железо	10-160	26-640	150	10-155	10-2400	156	300
Алюминий	56-330	35-545	190	81-460	11-1190	270	500
Бор	4-17	4-16	10	4-14	4-15	11	500
Барий	15-23	7-23	17	9-23	9-23	16	100
Медь	1-3	1-16	1,3	1-5	1-12	1	1000
Марганец	2-16	4-25	9	1-33	1-33	8	100
Стронций	55-82	56-78	64	47-67	46-67	60	7000
Титан	1-3	1-4	1	1-4	1-4	1	100
Цинк	1-56	1-72	13	1-430	1-74	9	5000
r	12857,44	12783,40	12498,47	10984,27	8769,94	11394,98	225999,16

Данные таблицы свидетельствуют, что концентрация всех лёгких и тяжёлых металлов и кремния в воде в данное время не превышала ПДК за исключением верхних границ диапазонов значений концентрации железа и алюминия в 1998 году (кран), но ввиду слишком больших интервалов приведённых значений (10-2400 и 11-1190 соответственно), они представляются сомнительными.

Таким образом, можно считать эту воду соответствующей ПДК. Однако, как оценить степень её загрязнённости? Можно ли сравнить качество воды в 1997 и в 1998 годах?

Будем исходить из того, что идеальная питьевая вода не должна содержать перечисленные химические элементы и воспользуемся одним из

возможных критериев оценки $r = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \Delta\tau_i^2}$, где $\Delta\tau_i = \tau_i - \tau_i^0$ - отклонения от нормы значений параметров.

Совершенно очевидно, что каждому содержанию примесей в воде будет соответствовать некоторое конкретное число, и что оно будет зависеть не только от конкретного объекта исследования, но и от принятой нормы. Очевидно также, что каждому конкретному объекту (и результатам измерений) ставится в соответствие некоторое, вполне определённое число. Это дает возможность сравнивать между собой не только качественно, но и количественно, степень чистоты (или загрязнения) различных водных объектов.

Используем тот же критерий для количественного описания изменения ситуации с качеством воды в том же регионе за несколько лет, для данных таблицы 2.

Таблица 2 – Содержание тяжёлых металлов в питьевой воде Петербурга в (мкг/л)

Металл	1990-1992	1993-1994	1995-1996	1997	1998	1999	ПДК
Железо	580	150-200	200-700	26-640	10-2400	20-50	300
Алюминий	400	200-400	210-700	35-545	11-1190	20-100	500
Медь	5	40-100	10-30	1-16	1-12	1	1000
Марганец	40	10-50	13-16	4-25	1-33	1-2	100
Стронций	–	200-400	–	56-78	46-67	–	7000
Титан	–	1	1	1-4	1-4	–	100
Цинк	200	20-400	150-200	1-72	1-74	30-50	5000
Кадмий	1,8	0,1-0,2	0,1	–	–	–	1
Свинец	10	10-20	1	–	–	–	30
Кобальт	10	5	1	–	–	–	100
Хром	–	1-10	20	–	–	–	50
Никель	–	10	20	–	–	–	100
r	733,64	510,79	664,50	448,44	1348,17	80,17	8682,36

Построим график полученной зависимости (рис. 1)

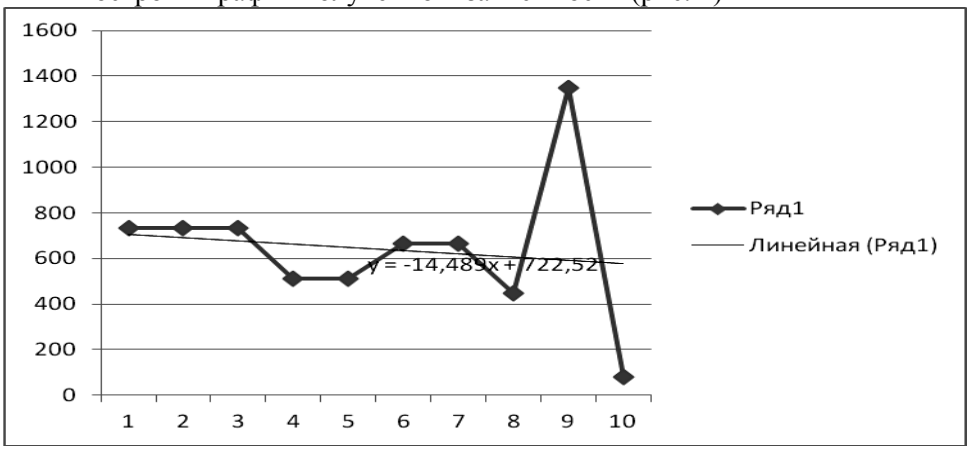


Рисунок 1 – График зависимости $r(\tau)$ построенный по данным за 1990-1999 гг.

Полученная кривая, несмотря на большие скачки значений (по данным за 1999 год мы имеет очень резкое падение содержания тяжёлых металлов в воде), позволяет увидеть общую тенденцию к некоторому снижению нагрузки на состояние водной среды. Особенно хорошо это видно из графика линейной функции $y = -14,489x + 722,52$. Это уравнение позволяет хотя бы примерно предсказать и дальнейшее изменение ситуации.

К недостаткам данного подхода можно считать то, что величинам (параметрам), изначально ставится в соответствие число, а не интервальная оценка.

Рассмотрим применение методов вещественной интервальной арифметики к решению поставленной задачи. Использование интервального анализа даёт возможность получить ответ на естественный вопрос о соотношении числа, напечатанного машиной, и истинного значения вычисляемой величины, хотя и ценой увеличения времени счёта.

Основная идея интервального анализа состоит в том, что число в памяти вычислительной машины представляется не одним, а двумя числами – оценкой снизу и оценкой сверху, которые образуют интервальное число.

Поскольку диапазон изменения значений каждого параметра, признаваемый нормальным, задаётся интервалом, более естественным является использование для описания состояния такой системы элементов интервальной математики.

Пусть $z = f\left(x^1, x^2, ..., x^n\right)$ – непрерывная функция аргументов $x^1, x^2, ..., x^n$, определённых с точностью до замкнутых интервалов возможных значений $x^1 \in \overline{x}^1 = \left[x_1^1, x_2^1\right]$, $x^2 \in \overline{x}^2 = \left[x_1^2, x_2^2\right]$,..., $x^n \in \overline{x}^n = \left[x_1^n, x_2^n\right]$. Тогда функция z также определяется с точностью до интервала определённых значений $z \in \overline{z} = \left[z_1, z_2\right]$. Введём понятие сложения, вычитания, умножения переменной на число, произведения переменных, возведения в степень и деления известным образом:

$$\overline{z} = \overline{x}^i \pm \overline{x}^j = \left\{x^i \pm x^j / x^i \in \overline{x}^i, x^j \in \overline{x}^j\right\},$$

$$\overline{z} = k\overline{x}^i = \left\{kx^i / x^i \in \overline{x}^i, k = const\right\},$$

$$\overline{z} = \overline{x}^i \cdot \overline{x}^j = \left\{x^i \cdot x^j / x^i \in \overline{x}^i, x^j \in \overline{x}^j\right\},$$

$$\overline{z} = \left(\overline{x}^i\right)^n = \left\{\left(x^i\right)^n / x^i \in \overline{x}^i\right\},$$

$$\overline{z} = \overline{x}^i \Big/ \overline{x}^j = \left\{\overline{x}^i \Big/ \overline{x}^j / x^i \in \overline{x}^i, x^j \in \overline{x}^j\right\}.$$

В примере, рассмотренном в таблице 2, по данным за 1993…1994, значения содержания различных веществ в воде будут задаваться в виде: железо $A = \left[150, 200\right]$, алюминий $B = \left[200, 400\right]$, медь $C = \left[40, 100\right]$, марганец $D = \left[10, 50\right]$, стронций $E = \left[200, 400\right]$, цинк $F = \left[20, 400\right]$, кадмий $G = \left[0.1, 0.2\right]$, свинец $H = \left[10, 20\right]$, хром $I = \left[1, 10\right]$.

Поскольку, под шириной интервала $A=[a_1,a_2]$ понимается $d(A)=a_2-a_1\geq 0$, то для тех веществ, значения которых заданы числом, а не интервалом (что уже является приближением), можно полагать значения содержания: титан $J=[1,1]$, кобальт $K=[5,5]$, никель $L=[10,10]$.

Арифметические операции над интервалами выполняются так, что, если $[a_1,a_2]=[b_1,b_2]\circ[c_1,c_2]$, $b\in[b_1,b_2]$, $c\in[c_1,c_2]$, то $b\circ c\in[a_1,a_2]$, где $\circ\in\{+,-,\times,\div\}$.

В простейшем случае, когда речь идёт о примесях, обладающих суммирующим действием, оценка содержания которых задана как $A=[a_1,a_2]$ и $B=[b_1,b_2]$, суммарное их содержание будет задаваться в виде $A+B=[a_1+b_1,a_2+b_2]$, что расширяет коридор возможных значений, но позволяет автоматически учитывать погрешность измерений. Предположим, одновременно присутствуют нескольких веществ, обладающих суммирующим действием, содержание которых оценивается, как $A_1=[150,200]$, $A_2=[200,400]$, $A_3=[40,100]$ и $A_4=[20,400]$, Согласно приведённому определению, общая оценка $A=A_1+A_2+A_3+A_4$, откуда следует $A=[410,1100]$.

Таким образом, интервальный анализ даёт возможность автоматически учитывать погрешности в задании исходных данных и погрешности, вызываемые машинными округлениями.

Рассмотрим произвольную непрерывную функцию n переменных

$$y=F(x_1,\ldots,x_n), \qquad (2)$$

являющуюся производственной функцией (ПФ) некоторой биотехнической системы. Здесь $x_1,\ldots,x_n$ – объемы различных ресурсов, используемых в системе (сырьевые ресурсы, энергоресурсы, транспортные ресурсы и т.д.), а y - производственная функция. Обычно считается, что все параметры (коэффициенты) явного представления функции (2) известны точно, так что эта функция является детерминированной. Тогда относительно функции (2) можно сформулировать ряд полностью определенных задач математического моделирования производства, которые широко представлены в современной математике т.д. [1]).

Предположим теперь, как это часто бывает на практике, что, параметры p_k, $k=\overline{1,l}$, явного представления функции F известны не точно, а с точностью до интервалов возможных значений, т.е. имеют вид интервалов $p_k=[p_{k1},p_{k2}]$, $k=\overline{1,l}$,. Другими словами, изучаемая производственная система известна не точно, а с некоторой степенью неопределенности, точнее – интервальной неопределенности. Ясно, что тогда и ПФ системы F может устанавливаться лишь с точностью до интервалов возможных значений, т.е. она становится интервальной функцией $\tilde{F}$, принимающей вид некоторого интервала

$$\tilde{y} = \tilde{F}(x_1,\ldots,x_n) = [F_1(x_1,\ldots,x_n), F_2(x_1,\ldots,x_n)],$$

где $y_1 = F_1(\circ)$ - нижняя граничная функции интервальной функции $\tilde{F}(\circ)$, а $y_2 = F_2(\circ)$ - верхняя граничная функция интервальной функции $\tilde{F}(\circ)$. При этом для любых наборов $x_1,\ldots,x_n$ справедливо неравенство $F_1(x_1,\ldots,x_n) \le F_2(x_1,\ldots,x_n)$. Важно отметить, что нижняя $F_1(\circ)$ и верхняя $F_2(\circ)$ граничные функции являются детерминированными функциями.

Наша задача – математическое моделирование биосистемы производства в условиях интервальной неопределенности. Это моделирование сводится к решению для интервальной ПФ тех задач, которые в современной математике экономике решаются для детерминированных ПФ.

Таким образом, речь здесь идет о решении таких задач, как 1) расчет с точностью до интервала возможных значений производственной функции при заданных объемах используемых ресурсов, 2) анализ с точностью до интервала возможных значений вариаций производственной функции при тех ли иных вариациях объемов используемых ресурсов, 3) оптимизация наборов используемых ресурсов, обеспечивающих максимальный, с точностью до интервала, возможных значений выпуск продукции и т.д. базовой здесь является задача 1, которой мы и займемся.

Как следует из представления интервальной ПФ в виде интервала, различные возможные задачи математического моделирования производства в условиях интервальной неопределенности базируются на вычислении интервальной ПФ $\tilde{F}(\circ)$. В свою очередь, вычисление интервальной ПФ $F_1(\circ)$ и верхней граничной функции $F_2(\circ)$. Но обе указанные граничные функции являются детерминированными. Таким образом, базовая задача моделирования недетерминистской математической экономики – вычисление недетерминированной ПФ – оказывается сводимой к базовой задаче моделирования традиционной детерминистской математической экономики – вычисление детерминированной ПФ.

Преимущество данного подхода к математическому моделированию недетерминированных (работающих в условиях неопределенности) производственных систем заключается в возможности использования для этого традиционных, хорошо разработанных методов математического моделирования детерминированных, работающих в условиях полной определенности) производственных систем.

Из сказанного выше вытекает следующий алгоритм решения базовой задачи математического моделирования недетерминированных производственных систем – вычисления интервальной ПФ.

Шаг 1. Используя формулы интервальной математики, выражающие результаты элементарных преобразований интервалов преобразуем заданную интервальную ПФ $\tilde{F}(\circ)$ к виду интервала $[F_1(\circ), F_2(\circ)]$, нижняя $F_1(\circ)$ и верхняя $F_2(\circ)$ границы которого имеют вид суперпозиции границ заданных интервалов – параметров явного представления функции $\tilde{F}(\circ)$.

Шаг 2. Используя полученное на шаге 1 представление заданной интервальной ПФ $\tilde{F}(\circ)$ в виде интервала $\tilde{F}(\circ) = [F_1(\circ), F_2(\circ)]$, выписываем содержащиеся в этом представлении нижнюю $F_1(\circ)$ и верхнюю $F_2(\circ)$

граничные функции нашей ПФ $\tilde{\tilde{F}}(\circ)$, выраженные в виде суперпозиции границ заданных интервалов – параметров явного представления ПФ $\tilde{\tilde{F}}(\circ)$.

Шаг 3. Используя традиционные, хорошо известные методы вычисления обычных (детерминированных функций) [1] , производим вычисление нижней $F_1(\circ)$ и верхней $F_2(\circ)$ граничных функций исследуемой интервальной ПФ $\tilde{\tilde{F}}(\circ)$. Тем самым оказывается вычисленной и интервальная ПФ $\tilde{\tilde{F}}(\circ)$, поскольку она имеет вид интервала $\tilde{\tilde{F}}(\circ) = [F_1(\circ), F_2(\circ)]$.

Используя вычисленную с помощью приведенного алгоритма интервальную ПФ $\tilde{\tilde{F}}(\circ)$ в качестве базовой количественной характеристики исследуемой производственной системы, можно определить и другие количественные характеристики данной системы. Для этого достаточно выразить определяемую характеристику через уже вычисленную характеристику $\tilde{F}(\circ)$.

Таким образом, возможно введение оценочных критериев, позволяющих каждому состоянию системы поставить в соответствие некоторое числовое значение для случаев, когда значения числовых параметров задаются точечными оценками или интервальными оценками. В условиях интервальной неопределенности, математическое моделирование биосистемы производства сводится к решению для интервальной производственной функции тех задач, которые в современной математике экономике решаются для детерминированных производственных функций.

Список литературы

1. *Левин В.И., Немкова Е.А. Интервальная задача дробно-линейного программирования. Графическое решение// Ресурсосбережение в химической технологии. Сб. трудов международной конференции. – С.Пб. гос. технологический институт-СПб., 2012. С.63-65*
2. *Логвина О.А., Коновалов В.В. Моделирование состояния экологической системы// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Серия: экология. 02(06)/2012. Пенза, ПГТА, 2012. С. 159-162.*
3. *Логвина О.А. Количественные критерии оценки состояния сложных систем// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Серия: экология. 02(06)/2012. Пенза, ПГТА, 2012. С 95-102.*
4. *РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. Москва: Метеоагенство Росгидромета, 2006.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

***Н.И. Аканова**, д.б.н., профессор, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*

***С.Ю. Андреев,** д.т.н., профессор, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*

***С.А. Анненков** аспирант, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*

***Д.А. Асанина,** студентка, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

***А.А. Баклин,** к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

***И.П. Балабина,** к.б.н., доцент, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*

***А.Л. Белоконь,** аспирант, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*

***М.В. Бикунова,** к.т.н., доцент, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*

***А.А. Блинохватов,** к.с-х.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

***Ю.В. Блинохватова,** к.б.н., преподаватель, Пензенский артиллерийский инженерный институт (г. Пенза, Россия)*

***А.Ю. Болотин,** аспирант Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

***Л.А. Булкина,** Поволжский кооперативный институт Российского университета кооперации (г. Энгельс, Россия)*

***В.А. Бурдова,** аспирант, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

***В.Г. Васильков,** д.м.н., профессор, Пензенский институт усовершенствования врачей (г. Пенза, Россия)*

***О.С. Виноградов**, к.т.н., доцент, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

***Н.А. Виноградова**, к.т.н., доцент, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*

***В.А. Вихрева,** д.б.н., профессор, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*

***Г.А. Власова,** к.г.н., ведущий научный сотрудник, Тихоокеанский океанологический институт имени В.И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток, Россия)*

***М.В. Глебов**, аспирант, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*

***В.М. Голощапов,** к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

***А.А. Горячева**, к.с-х.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

***А.Д. Грибанов,** аспирант, НИУ «МАИ» (г. Москва, Россия)*

***Б.М. Гришин,** д.т.н., профессор, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*

Е.А. Дудкин, *аспирант, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
В.О. Дунин*, аспирант, Пензенский государственный технологический университет (Пенза, Россия)*
Р.А. Дярькин*, аспирант, Пензенский государственный технологический университет*
(г. Пенза, Россия)
В.Н. Елизаров, *аспирант, Пензенский государственный технологический университет (Пенза, Россия)*
Ю.А. Еремеева, *Энгельсский технологический институт (филиал)*
СГТУ имени Гагарина Ю.А.(г. Энгельс, Россия)
С.Ю. Ефремова, *д.б.н., профессор Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
В.А. Заматырина, *СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*
Д.А. Захаркин*, аспирант, Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
С.В. Зиновьев, *к.с-х.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
Н.И. Зубрев*, к.т.н., профессор, Московский государственный университет путей сообщения (Москва, Россия)*
А.И. Иванов, *д.б.н., профессор, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
Г.В. Ильина, *д.б.н., профессор, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
Т.В. Истомина, *д.т.н., профессор, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
В.А. Казаков*, д.т.н., профессор, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*
Н.Ю. Келина*, д.б.н., профессор, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
М.М. Кладиёва*, студентка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (г. Белгород, Россия)*
Е.А. Колобова, *аспирантка, Пензенский государственный технологический университет,*
(г. Пенза, Россия)
Т.В. Кононова*, к.б.н., Министерство сельского хозяйства Российской Федерации*
(г. Москва, Россия)
А.В. Косарев, *к.х.н., доцент, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.(г. Саратов, Россия)*
Н. Ю. Косенок, *аспирант, Пензенский государственный технологический университет*
(г. Пенза, Россия)
С.Ю. Костенков*, аспирант, Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия*)
М.Ю. Костенкова*, магистрант, Пензенский государственный технологический университет* (*г. Пенза, Россия)*
А.А. Кузьмин, *к.б.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*

***Е.Г. Куликова**, к.б.н., доцент, Пензенская государственная сельскохозяйственная академия (г. Пенза, Россия)*
***А.И. Левашова,** к.х.н., научный сотрудник, Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
***Ю. Ю. Лобачев,** к.б.н., доцент СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*
***Ю.О. Логвин,** магистрант, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
***О.А. Логвина,** к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
***Н.Ф. Лунина,** к. с.-х. н., доцент Санкт-Петербургский ГАУ (г. Пушкин, Россия)*
***Е.Л. Мальцев,** директор, ООО «Пенза-Тепло» (г. Пенза, Россия)*
***Н.В. Малыгина**, к.б.н., доцент, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия)*
***Т.Ю. Мамелина,** к.б.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия) (г. Пенза, Россия)*
***М.А. Марынова,** к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
***В.В. Медведев**, аспирант, Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*
***В.Л. Мельников,** д.м.н., профессор, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
***Е.А. Митрофанова**, соискатель, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова (г. Саратов, Россия)*
***Н.Н. Митрофанова,** старший преподаватель, Пензенский государственный университет(г. Пенза, Россия)*
***А.М.Митряйкина**, к.г.н., доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (г. Белгород, Россия)*
***В.С. Морозова,** к.х.н., ст. научный сотрудник, Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
***И.А. Мосейкин,** к.м.н., Российская медицинская академия последипломного образования, (г. Москва, Россия)*
***М.А. Мягкова,** д.б.н., руководитель отдела иммунохимии, Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
***Р.В. Наумов,** аспирант, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
***Н.П. Неведров,** аспирант, Курский государственный университет (г. Курск, Россия)*
***Е.А.Немкова,** аспирант, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
***В.С. Никитин,** аспирант, НИУ «МАИ» (г. Москва, Россия)*
***Л.Н. Ольшанская,** д.х.н., профессор, Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия)*
***Д.С. Осипов**, аспирант, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
***К.О. Осипов,** студент, Пензенский государственный технологический университет*
(г. Пенза, Россия)
***М.И. Панфилова**, к.х.н., профессор, Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*

С.Н. Петроченко, *к.б.н., ст.научный сотрудник, Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
А.А. Петрунин, *аспирант, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (г. Пенза, Россия)*
А.Л. Подольский, *профессор, СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*
Е.Е. Полунина*, к.т.н, «ОАО Биосинтез»* **(***г. Пенза, Россия***)**
О.Ю. Полывяная, *мл. научный сотрудник****,*** *Институт Физиологически Активных Веществ (г. Черноголовка, Россия)*
Е.А. Полянскова, *к.б.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
Е.П. Проценко, *д.с-х.н.,профессор, Курский государственный университет (г. Курск,Россия****)***
И.А. Прошин*, д.т.н., профессор, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
Р.Д. Прошина*, к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
А.С. Радионов, *аспирант, Московский государственный областной университет*
(г. Москва, Россия)
А.Н. Расстегаев*, аспирант, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
В.В. Рыжаков, *д.т.н., профессор, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
М.В. Рыжаков, *старший преподаватель, начальник лаборатории экологических исследований Московский физико-технический институт (государственный университет) (г. Долгопрудный Московской области, Россия)*
С.П. Рябихин, *к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
А.И. Сафронов, *д.м.н., профессор, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
О.С. Святова, *студентка, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
А.В. Сердюкова, *к.б.н., доцент, Московский государственный областной университет*
(г. Москва, Россия)
А.Н. Серёдкин*, к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
М.А. Сидорова*, к.т.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет* **(***г. Пенза, Россия)*
В.Р. Силаков, *аспирант, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
А.П. Слугинов, *магистрант, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
Н.И.Слугинова*, к.с-х.н., доцент, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
Т.Г. Стойко*, к.б.н., профессор, Пензенский государственный университет*
(г. Пенза, Россия)
В.Г. Сычев*, д.с-х.н., профессор, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*

***П.В. Сюлин**, аспирант, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
***Б.Л. Таранцева**, аспирант, Пензенский региональный центр высшей школы (филиала) Российского государственного университета инновационных технологий и предпринимательства (г. Пенза, Россия)*
***К.В. Таранцев**, к.т.н., профессор, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
***К.Р. Таранцева**,д.т.н.,профессор, Пензенский государственный технологический*
университет (г. Пенза, Россия)
***С.В. Титов,** д.б.н., профессор, Пензенский государственный университет (г. Пенза, Россия)*
***О.В. Титоренко,** Энгельсский технологический институт (филиал)*
СГТУ имени Гагарина Ю.А (г. Энгельс, Россия)
***Е.И. Тихомирова,** СГТУ имени Гагарина Ю.А. (г. Саратов, Россия)*
***А.В. Тразанов**, аспирант, Пензенский государственный технологический*
университет (г. Пенза, Россия)
***О.В. Фирсова**, аспирантка, Пензенский государственный технологический университет*
(*г. Пенза, Россия***)**
***М.В. Фомина**, к.ф.-м.н., профессор, Московский государственный строительный университет (Москва, Россия)*
***А.О. Холуденева,** аспирантка, Пензенский государственный технологический университет (г. Пенза, Россия)*
Н.В. Чертков,** к.г.н., доцент**,** Курский государственный университет(г. Курск, Россия**)
***И.А. Шильников,** д.с-х.н., профессор, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (г. Москва, Россия)*
***Ю.В. Шумилов,** д.г.-м.н., профессор, Московский государственный областной университет (г. Москва, Россия)*

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего *плюс*

Периодическое научное издание

Серия: Экология

Научный редактор С.Н. Волков
Компьютерная верстка Н. Хлопцевой

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии «КОПИ-РИЗО»
Пенза, ул. Московская, 74, к. 211. Тел. 56-25-09.
e-mail: tipograf_popovamg@inbox.ru

Сдано в производство 05.11.2014. Формат 70X108 1/16
Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.
Усл. печ. л. 17,7. Уч. изд. л. 17,0. Заказ № 814. Тираж 75 экз.

Пензенский государственный технологический университет.
440605, Россия, г. Пенза, пр. Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.