

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ СБОРНИК

ПО МАТЕРИАЛАМ XIX МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Г. БЕЛГОРОД, 31 ОКТЯБРЯ 2016 Г.



2016 № 10-3
ISSN 2413-0869

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2016 • № 10, часть 3

Периодический научный сборник

*по материалам
XIX Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 31 октября 2016 г.*

ISSN 2413-0869

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2016 • № 10-3

Периодический научный сборник

Выходит 12 раз в год

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-65905 от 06 июня 2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Учредитель и издатель:

ИП Ткачева Екатерина Петровна

Главный редактор: Ткачева Е.П.

Адрес редакции: 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

Телефон: +7 (919) 222 96 60

Официальный сайт: issledo.ru

E-mail: mail@issledo.ru

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)** по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте: **www.issledo.ru**

По материалам XIX Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 октября 2016 г.).

Редакционная коллегия

Духно Николай Алексеевич, директор юридического института МИИТ, д.ю.н., проф.

Васильев Федор Петрович, профессор МИИТ, д.ю.н., доц., чл. Российской академии юридических наук (РАЮН)

Датий Алексей Васильевич, главный научный сотрудник Московского института государственного управления и права, д.м.н.

Кондрашихин Андрей Борисович, профессор кафедры экономики и менеджмента, Институт экономики и права (филиал) ОУП ВО «Академия труда и социальных отношений» в г. Севастополе, д.э.н., к.т.н., проф.

Тихомирова Евгения Ивановна, профессор кафедры педагогики и психологии Самарского государственного социально-педагогического университета, д-р пед. наук, проф., академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ

Алиев Закир Гусейн оглы, Институт эрозии и орошения НАН Азербайджанской республики, к.с.-х.н., с.н.с., доц.

Стариков Никита Витальевич, директор научно-исследовательского центра трансфера социокультурных технологий Белгородского государственного института искусств и культуры, к.с.н.

Ткачев Александр Анатольевич, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», к.с.н.

Шаповал Жанна Александровна, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», к.с.н.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»	6
<i>Данилов А.Д., Мугатина В.М.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ТЕСТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ	6
<i>Денисова О.А., Абрамишвили Р.Л.</i> ПОЛЯРИЗАЦИЯ, ИНДУЦИРОВАННАЯ СДВИГОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ, ВБЛИЗИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА НЕМАТИЧЕСКАЯ ФАЗА – ИЗОТРОПНАЯ ЖИДКОСТЬ	9
<i>Приданов В.Г.</i> ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ФИЗИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА	12
<i>Прокопенко В.Г.</i> НОВАЯ АВТОСТОХАСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ...	20
<i>Холодовский С.Е.</i> О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ В КУСОЧНО-ОДНОРОДНОЙ ПОЛОСЕ С ПЛЕНОЧНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ	23
<i>Шаталова А.Ю., Лебедев К.А.</i> ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛИНЕЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С НЕТОЧНЫМИ ДАННЫМИ	25
СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»	27
<i>Анисимова Е.Э., Захаров А.Д., Шинкарь Е.В.</i> МИКРОВОЛНОВАЯ АКТИВАЦИЯ СЕРОВОДОРОДА В СИНТЕЗЕ ПРАКТИЧЕСКИ ПОЛЕЗНЫХ ЦИКЛОАЛКАНТИОЛОВ	27
<i>Базаев Н.А., Жило Н.М.</i> ЭЛЕКТРОЛИЗ МОЧЕВИНЫ НА МЕТАЛЛАХ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ	30
<i>Белякова И.С., Машин Н.И., Туманова А.Н., Черняева Е.А.</i> ВЛИЯНИЕ МАТРИЧНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ АТОМНО-ЭМИССИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИМЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВИСМУТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ.....	39
<i>Бовина Е.А., Клочихина А.В., Чибирова Ф.Х., Тарасова Д.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ ИЗ ВОДНЫХ ЗОЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИОНООБМЕННЫМ МЕТОДОМ	45
<i>Бурмистрова Т.И., Алексеева Т.П., Трунова Н.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НЕФТЕЕМКОСТИ ТОРФЯНЫХ СОРБЕНТОВ.....	52
<i>Новоселова Е.Ф.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ.....	55
<i>Салахов М.С., Гречкина О.Т., Багманов Б.Т.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕОРЕТИКО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ N-АРИЛИМИДОВ ТРАНС-4,5- ДИБРОМЦИКЛОГЕКСАН 1,2-ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ	59
<i>Синельцев А.А., Губина Т.И., Розачева С.М.</i> ОЧИСТКА СТОЧНЫХ И СКВАЖИННЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТАННОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ГЛАУКОНИТОВОГО СОРБЕНТА	61
<i>Скрыпник И.С.</i> ХИМИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	63
СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»	67
<i>Васильева С.В., Сильников В.Н., Стеценко Д.А.</i> НАНОЧАСТИЦЫ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ КАК СРЕДСТВО ДОСТАВКИ ПРОИЗВОДНЫХ НУКЛЕОТИДОВ В КЛЕТКИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ	67

<i>Галич Д.Е.</i> О НОВЫХ НАХОДКАХ КРАСНОКНИЖНЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ (INSECTA) В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	71
<i>Кленова И.А., Рудиков Д.А.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗВРЕДНОСТИ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ПО ИММУНОЛОГИЧЕСКИМ НАПРАВЛЕНИЯМ.....	73
<i>Крутикова Е.В., Федорова Е.А., Большунова Е.А., Киселева И.В.</i> МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АТТЕНУАЦИИ РЕЗЕРВНОГО ДОНОРА ЖИВОЙ ГРИППОЗНОЙ ВАКЦИНЫ В/ЛЕНИНГРАД/14/17/55	76
<i>Мосягин В.В., Миненков Н.А., Лебедева Н.В.</i> АКТИВНОСТЬ АТФаз ЭРИТРОЦИТОВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА	78
<i>Мустафин Р.З., Бабичева И.А., Титов М.Г.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА БЫЧКОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД И ГЕНОТИПОВ.....	81
<i>Павлова И.В., Воронина О.Е.</i> ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ РОДА TAMARIX L. В ГЛАВНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ РАН В МОСКВЕ	83
<i>Полежаев А.В.</i> К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ЭКОСИСТЕМ ТАЙМЫРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	86
<i>Сизиков В.П., Разумов В.И.</i> О СИСТЕМНОМ СТАТУСЕ РАЗМНОЖЕНИЯ, ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И РАБОТЫ СУСТАВА	90
<i>Фефелова А.Ю.</i> НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФАУНЕ БОЛЬШОГО АРКТИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА	105
<i>Фомичева М.В., Молчанова А.М., Якименко Н.Н., Клетикова Л.В.</i> ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ГОЛУБЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОРОДЫ	109
<i>Хорольская Е.Н., Скорбач В.В., Костенко А.Ю., Изотова Е.Ю.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫХЛОПАМИ АВТОТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БЕЛГОРОДА	112
<i>Шушпанникова Г.С., Адамова Я.А.</i> ИНТРОДУКЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА ROTENTILLA L. В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ	116
СЕКЦИЯ «НАУКИ О ЗЕМЛЕ».....	119
<i>Ахромеев Л.М.</i> ОПОЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ – АНАЛОГИ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ	119
<i>Корякина А.В., Ковалёва Т.Г.</i> ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ с. УСТЬ-КИШЕРТЬ.....	123
<i>Марыныч С.Н., Колмыков С.Н., Курепина В.А., Корнилов А.Г.</i> МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТНОГО АЗОТА В ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ	125
<i>Мухина И.Н.</i> ОБРАБОТКА ДАННЫХ О СОСТАВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ЛИДАРНЫМ МЕТОДОМ	127
<i>Самонина С.С.</i> МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ МИГРАЦИЯ И ТРУДОРЕСУРСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНОВ РОССИИ (КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ).....	130
<i>Султанова Д.А., Мардашов Д.В.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ВНУТРИСКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	132
СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»	136
<i>Исакова В.В., Никитина А.В.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА	136

СЕКЦИЯ «ВОЕННОЕ ДЕЛО»	141
<i>Александров В.И., Кошель А.А., Юдин В.С.</i> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЙСКОВЫХ ПЕРЕДВИЖНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	141
<i>Галактионов Н.С., Галактионова Ю.О., Стенькин Н.Н.</i> МОБИЛЬНЫЙ АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНОЙ СИТУАЦИИ	143

СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ТЕСТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Данилов А.Д.

профессор кафедры электропривода, автоматики и управления в технических системах, д-р техн. наук, профессор, Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

Мугатина В.М.

аспирант кафедры электропривода, автоматики и управления в технических системах, Воронежский государственный технический университет, Россия, г. Воронеж

В работе проведен анализ уровней, подходов и стратегий тестирования программных систем, определено понятие тестового покрытия как критерия качества продукта. Рассмотрена возможность применения аппарата нейронных сетей в задаче автоматизации тестирования программного обеспечения.

Ключевые слова: тестирование программного обеспечения, искусственные нейронные сети, тестовое покрытие, автоматизация тестирования.

Процесс тестирования программного продукта занимает важное место в жизненном цикле программного обеспечения, но вместе с этим в значительной мере требует как временных, так и ресурсных затрат. Для обеспечения должного качества разрабатываемой или поддерживаемой программной системы необходимо проводить тестирование сразу на нескольких уровнях. Уровень тестирования определяет, какой объект или элемент системы будет рассмотрен в ходе текущей проверки. В зависимости от уровня принято выделять модульное, интеграционное, системное и приемочное тестирование.

Модульное тестирование рассматривает отдельный блок программы как наименьшую функциональную часть продукта, в то время как в ходе интеграционного тестирования проверяется взаимодействие нескольких модулей в связке друг с другом. На этапе системного тестирования ставится задача оценить работоспособность информационного продукта при сопряжении программных и аппаратных компонентов системы. Приемочное тестирование ставит целью определение готовности передачи ПО заказчику.

Существует большое разнообразие методов тестирования, основывающихся на стратегии "белого ящика", характерной для модульного и интеграционного тестирования, и стратегиях "серого" и "черного ящика" для системного и приемочного тестирования. Как правило, методы выбираются согласно критериям тестирования, которые определяют предмет тестирования и доступность сведений о внутренней структуре тестируемого продукта. Так, в случае тестирования "белого ящика" предполагается знание о внутренних механизмах работы продукта и наличие доступа к исходному коду приложе-

ния, а стратегия "черного ящика" подразумевает тестирование продукта через пользовательский интерфейс без доступа к исходному коду программы (основные моменты указанных стратегий приведены на рис. 1).

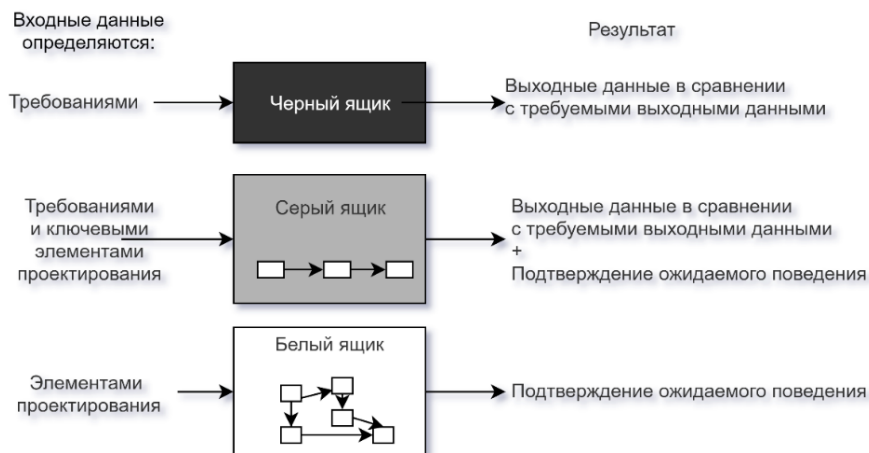


Рис. 1. Стратегии тестирования программного обеспечения

Метрикой оценки качества проведенного тестирования является критерий тестового покрытия, который показывает, какая часть кода или продукта в какой степени была проверена. Для расчета покрытия в случае тестирования на основании требований к продукту можно использовать отношение числа требований, покрытых проверками, к общему количеству требований.

Часто методы тестирования связаны с тестовым сценарием или собственным инструментом генерации тестовых наборов. Тестовым сценарием называется совокупность начальных условий, действий пользователя и ожидаемых результатов поведения тестируемой системы. Автоматизация процесса тестирования подразумевает запуск, инициализацию, выполнение и анализ результата тестового сценария в автоматическом режиме при помощи специальных инструментов для автоматизированного тестирования.

В связи с развитием автоматизации процесса тестирования встает проблема чрезмерно большого объема тестовых случаев. При этом невозможно заранее определить, будет ли эффективен сценарий, созданный инструментом генерации тестов. По этой причине необходим механизм, который, обучаясь на данных предыдущих итераций тестирования, мог бы устанавливать, какие тестовые сценарии с большей долей вероятности приведут к обнаружению ошибки. На рис. 2 отражены описанные рассуждения.

В качестве решения указанной задачи может быть предложен механизм использования нейронной сети для усечения набора тестовых случаев при сохранении эффективности всего набора.

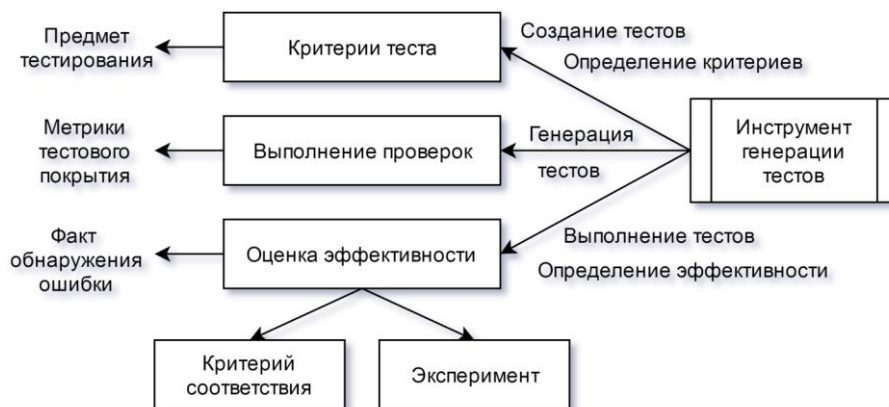


Рис. 2. Процесс генерации тестовых сценариев

Нейронная сеть (структура сети приведена на рис. 3) может быть использована в качестве классификатора, ставящего целью получить сведения о тестируемой системе и предсказать возможность обнаружения дефекта для сгенерированных тестовых сценариев. Атрибуты тестовых сценариев в структуре нейросети определяются как входные данные, а полученные отказы системы (ошибки) – как выходы нейронной сети. В качестве входных данных рассматриваются длина тестового сценария и различные метрики тестового покрытия, относящиеся к используемой стратегии тестирования. Выходные данные – серьезность (severity) обнаруженных дефектов. Серьезность ошибки может варьироваться от блокирующей (уровень 1) до тривиальной (уровень 5).

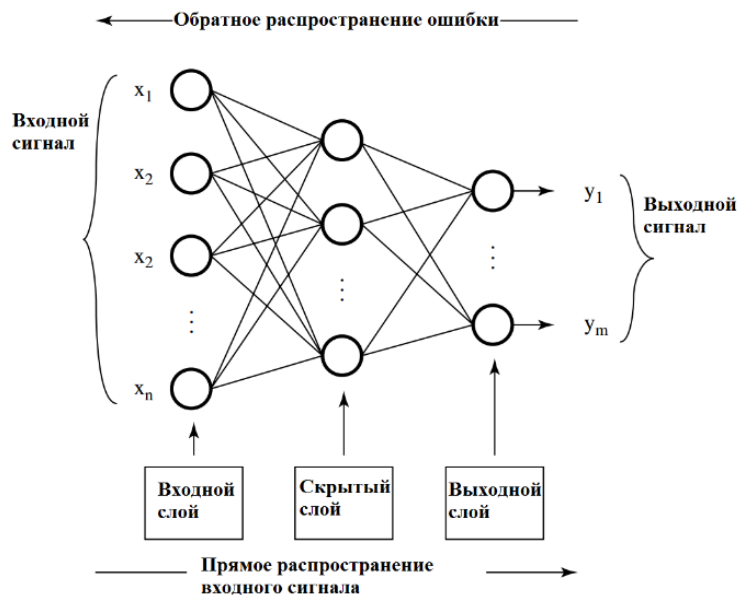


Рис. 3. Структура искусственной нейронной сети

В процессе обучения нейронная сеть проходит этап обучения для распознавания отношений между дескрипторами тестового сценария и обнаруженными ошибками. Таким образом, в результате обучения единой сетью действует как устройство прогнозирования отказа для новых тестовых сценариев, что позволяет на этапе проектирования тестового набора исключить сценарии, которые с заведомо малой долей вероятности приведут к обнаружению дефекта в тестируемом программном обеспечении.

Список литературы

1. Данилов А.Д., Мугатина В.М. Моделирование и алгоритмизация процессов тестирования сложного программного обеспечения // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сб. тр. IV междунар. конф. «ПМТУКТ-2016». Воронеж: Научная книга, 2016. С. 116-118.
2. Данилов А.Д., Фёдоров А.И. Иерархическая структура процесса тестирования сложного программного обеспечения // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2014. Т. 10. № 3-1. С. 18-21.
3. Smilgyte K., Nenortaite J. Artificial Neural Networks Application in Software Testing Selection Method // Hybrid Artificial Intelligent Systems. 2011. Vol. 6678. P. 247-254.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ, ИНДУЦИРОВАННАЯ СДВИГОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ, ВБЛИЗИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА НЕМАТИЧЕСКАЯ ФАЗА – ИЗОТРОПНАЯ ЖИДКОСТЬ

Денисова О.А.

профессор кафедры физики, д-р физ.-мат. наук, доцент,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
Россия, г. Уфа

Абрамишвили Р.Л.

аспирант кафедры управления и сервиса в технических системах,
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
Россия, г. Уфа

В работе представлены результаты экспериментального изучения нематических жидких кристаллов (НЖК) под действием периодических сдвиговых колебаний. Объектами исследований служили n – метоксибензилиден – n – бутиланилин (МББА) и смесь на основе двух кольчатых эфиров (ДКЭ). Обнаружено, что в окрестности фазового перехода нематическое – изотропное состояние возникает поверхностная поляризация. Из полученных температурных зависимостей видна роль дипольных и квадрупольных механизмов, влияющих на ее образование.

Ключевые слова: сдвиговое течение, нематический жидкий кристалл, изотропная фаза, фазовый переход, поляризация нематического жидкого кристалла.

При воздействии на жидкий кристалл (ЖК) периодической сдвиговой деформации в его объеме распространяется быстро затухающая вязкая волна. Величина затухания δ определяется вязкостью ЖК η , его плотностью ρ и частотой колебания пластины ω : $\delta \approx \sqrt{\eta / \rho \omega}$ [12]. В НЖК такие колебания вызывают появление переменного электрического сигнала, который является следствием флексоэлектрического эффекта [1]. Так как в изотропной фазе поток индуцирует появление параметра порядка то, как следствие, должна возникать флексоэлектрическая поляризация. При большой по абсолютной величине колебательной скорости v , распространяющаяся упруго-вязкая волна начинает влиять на ориентацию молекул ЖК и параметр порядка

S [13], что аналогично эффекту Максвелла [2] – ориентации анизотропных молекул в потоке. Де Жен предложил модель для описания предпереходных явлений в потоке на основе теории фазовых переходов Ландау, например, появление двулучепреломления в изотропной фазе [3].

Рассмотрим ячейку с жидким кристаллом (ЖК), которая собрана из двух пластин из предметного стекла размером 1 см на 2 см. Между ними расположена третья тонкая пластинка из покровного стекла, которая может совершать периодические колебания в плоскости ячейки ($OX \parallel v$ $OZ \perp v$). Толщина ЖК задавалась толщиной прокладок между массивными пластинами. Использовались нематические жидкие кристаллы (НЖК): n – метоксибензиден – n – бутиланилин (МББА) и смесь на основе двух кольчатых эфиров (ДКЭ). Измерения проводились в диапазоне частот от 20 Гц до 20 к Гц, толщины образцов от 5 до 125 мкм. Исследования проводились с применением метода двойного лучепреломления [4, 5]. Ранее в работах [6 – 11, 14] был обнаружен и исследован ряд эффектов под внешним воздействием на жидкие кристаллы.

Экспериментально было обнаружено, что в точке фазового перехода величина сигнала не уменьшается скачком до нуля, что характерно для предпереходного поведения большинства параметров НЖК, а спадает по степенному закону от температуры типа $(T - T^*)^{-n}$, где T^* – температура фазового перехода. Анализ температурного изменения за фазовым переходом показывает, что $n \approx 2$. Аналогичная зависимость $U_{1\omega}$ имеет место и в случае исследования НЖК смеси двух кольчатых эфиров (ДКЭ). За фазовым переходом при $T > T_c$ наблюдается зависимость флексоэлектрического сигнала, предсказанная по теории Де Жена [3], а величина флексоэлектрической поляризации $P_z \sim (T - T_c)^{-2}$. Согласно рис. 1 поведение величины поляризации в изотропной фазе типичное для любых НЖК. Однако в НЖК фазе поведение флексоэлектрической поляризации зависит от амплитуды сдвига. В МББА при малых амплитудах сдвига имеет место классическое поведение, описываемое формулой

$$P_z = e_{10} S_{zx} \frac{\partial S_{xz}}{\partial z} + e_{30} S_{zx} \frac{\partial S_{xz}}{\partial z} \approx e_{10} (T - T_N^*)^{-2} \lambda^3 S_o^2,$$

e_{10} , e_{30} – флексокоэффициенты.

Когда $T > T_c$ поляризация пропорциональна $(T - T_c)^{-2}$, и в окрестности фазового перехода претерпевает скачок и далее определяется температурной зависимостью параметра порядка S вдали от T_c .

В этой ситуации отлична от нуля только компонента поляризации вдоль оси Z . При больших амплитудах сдвига появляется стационарный наклон директора, который зависит от амплитуды и температуры. Следствием этого будет появление второй компоненты поляризации P_x , которая сохраняется и в изотропной фазе. На рис. 2 показаны зависимости величин стационарного угла девиации от температуры для трехкомпонентной смеси ДКЭ. В одной стороны (для МББА) эффект флексоэлектрической поляризации определяет зависимость параметра порядка от температуры, когда ста-

ционарная ориентация директора определяет поведение величины индуцированной поляризации в окрестности фазового перехода НЖК – изотропная жидкость. С другой стороны, существенными являются упругие эффекты, на которые накладывается девиация директора. Причем средний угол директора при действии сдвиговой волны $\langle \theta \rangle \sim v_0 \delta / K_{33}$, т.к. $K_{33} \sim S^2$, а глубина проникания вязкой волны $\delta \sim (T_c - T)^{-1/2}$. Однако в изотропной фазе температурное поведение индуцированной поляризации не зависит от упругости и одинаково для обоих типов соединений. Такое изменение в поведении индуцированной флексоэлектрической поляризации при появлении стационарного наклона директора в потоке косвенно указывает на изменение типа фазового перехода.

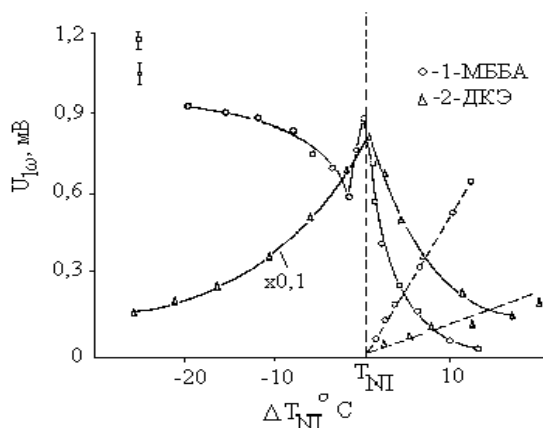


Рис. 1. Температурные зависимости первой гармоники $U_{1\omega}$ при скорости сдвига $v \gg v_c$ (сплошные линии). Зависимости корня из обратной величины сигнала от температуры – пунктирные линии

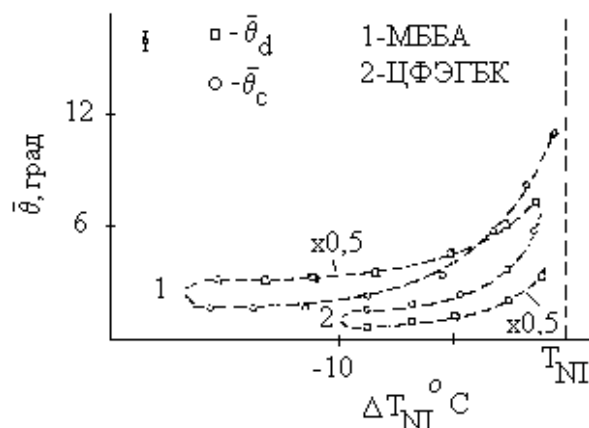


Рис. 2. Температурные зависимости угла девиации $\bar{\theta}_d$ и угла постоянного наклона в ячейке с ЖК $\bar{\theta}_c$

Таким образом, исследованы температурные зависимости ЭДС, индуцированной сдвиговыми колебаниями, а также влияние температуры на величину среднего постоянного угла наклона $\bar{\theta}_c$ и амплитуды колебаний директора $\bar{\theta}_d$. Получены температурные зависимости флексокоэффициентов e_{33} для исследуемых веществ, из которых видно роль, которую играют дипольный и квадрупольный механизмы в индуцированной молекулярно-ориентационной поляризации.

Список литературы

1. Barbero, G. // Int. J.Mod.Phys. – 1992. – V. 6, №14. – P. 2521-2530.
2. Волькенштейн, М.В. Молекулярная оптика. М.-Л.: Гос. изд. техн.-теорет. лит-ры, 1951. – 744 с.
3. De Gennes, P.G. // Mol. Cryst. Liq. Cryst. – 1971. – V. 12. – P. 193.
4. Денисова О.А. Один из методов экспериментальных исследований жидких кристаллов / О.А. Денисова // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т. 9. № 2. С. 107-113.
5. Денисова О.А. Пьезоэлектрический эффект в жидких кристаллах / О.А. Денисова, О.А. Скалдин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Т. 9. № 4. С. 145-153.

6. Денисова О.А. Распространение ультразвуковых волн в твист – структурах жидких кристаллов / О.А. Денисова, А.Н. Чувывров // Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2011. В. 2. С. 62-65.
7. Денисова О.А., Чувывров А.Н. Оптические датчики вибрации на основе жидких кристаллов с гомеотропной ориентацией молекул / О.А. Денисова, А.Н. Чувывров // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2011. № 5. С. 367-375.
8. Денисова О.А., Чувывров А.Н. Резонансное изменение скорости поперечных акустических волн в твист – структурах жидких кристаллов / О.А. Денисова, А.Н. Чувывров // Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2011. № 3. С. 25-29.
9. Денисова О.А., Чувывров А.Н. Релаксация директора при азимутальной нестабильности жидких кристаллов / О.А. Денисова, А.Н. Чувывров // Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2012. № 1. С. 52-58.
10. Денисова О.А. Особенности релаксационных процессов в нематических жидких кристаллах при сдвиговом воздействии / О.А. Денисова // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2015. № 9-1. С. 10-14.
11. Денисова О.А., Абрамишвили Р.Л. Особенности распространения ориентационных волн и их релаксация в жидких кристаллах при импульсном воздействии / О.А. Денисова, Р.Л. Абрамишвили // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 6-1. С. 13-18.
12. Jakli, A. A special shear method of alignment for smectic liquid crystals / A. Jakli, I. Janosy, L. Bata, A. Buka // Kozp. fiz. kut inter. Prepz. – 1988. N031E. – P. 1-11.
13. Пикин, С.А. Структурные превращения в жидких кристаллах / С.А. Пикин. – М.: Наука, 1981. – 336 с.
14. Скалдин О.А., Денисова О.А., Чувывров А.Н. Эффект памяти в жидкокристаллических слоях нематического типа / О.А. Скалдин, О.А. Денисова, А.Н. Чувывров // Письма в Журнал технической физики. 1994. Т. 20. № 24. С. 87-90.

ВВЕДЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ФИЗИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Приданов В.Г.

доцент кафедры общей и теоретической физики, канд. техн. наук,
Новосибирский государственный педагогический университет,
Россия, г. Новосибирск

В статье в краткой форме показана целесообразность использования математического моделирования при изучении физических процессов в общем курсе физики. На конкретных примерах реальных физических процессов демонстрируются возможности качественного и количественного учета особенностей данных процессов. Приведен листинг простой отлаженной программы. Показано, что расчет приближенным методом дает результаты, удовлетворительно согласующиеся с расчетом по точным соотношениям.

Ключевые слова: физический процесс, математическая модель, эксперимент, движение, падение, уравнение, сопротивление, метод Эйлера.

Введение. Последние десятилетия в науке хорошо просматривается тенденция – «заставить» компьютер исследовать разнообразные природные процессы, в том числе и физические. Иными словами – внедрить принципы компьютерного мышления в изучение физики. В таком контексте компьютер

уже давно используется для изучения широкого круга физических задач от падения тел в поле тяжести Земли, колебаний, простейших задач теплопроводности до таких современных разделов, как хаос в динамических системах и др. [6].

Математическое моделирование составляет неотъемлемую часть современной фундаментальной и прикладной науки. По важности оно давно встало в один ряд с традиционными экспериментальным и теоретическим методами. Поэтому владение компьютером обязательно для научных работников, преподавателей и студентов. Активное участие в численном моделировании вырабатывает более глубокое интуитивное понимание физических концепций.

Моделирование – это замена изучения интересующего нас явления в природе изучением аналогичного явления на различных моделях. Главная задача моделирования заключается в том, чтобы по результатам выполнения модельных исследований можно было дать необходимые ответы о качественных и количественных особенностях и эффектах изучаемого явления в натуральных условиях.

Математическое моделирование применяют для изучения тех процессов, которые можно описать математически (т.е. для которых можно построить математические модели), причем таким образом, что построенная модельная математическая задача является решаемой.

Такой подход открывает новые возможности в связи с тем, что каждая индивидуальная задача решается в строгой постановке, а не приближенными методами по инженерным формулам.

Как правило, решение большого количества прикладных физических задач требует выполнения пассивного или активного эксперимента.

Основной недостаток пассивного эксперимента (под данным термином понимаются натурные исследования или наблюдения) заключается в невозможности достаточного варьирования входными параметрами, что ограничивает использование полученных результатов рамками конкретных условий, в которых были выполнены исследования. Чтобы избежать этого недостатка, прибегают к процедуре замены реального процесса его моделью, с помощью которой и выполняются последующие исследования с достаточно широким варьированием входных параметров (активный эксперимент).

Наиболее широко применяемыми технологиями проведения активного эксперимента являются подходы, основанные на использовании физических и математических моделей [4]. До массового внедрения компьютерных технологий методы математического моделирования не имели значительного распространения при изучении сложных прикладных процессов из-за трудоемкости, а порой и невозможности проведения реальных вычислений в соответствии с построенной математической моделью.

В связи с этим предпочтение отдавалось исследованиям на физических моделях. Последние, в свою очередь, помимо положительных моментов имеют и большое количество отрицательных факторов, препятствующих

распространению физического моделирования в качестве универсальной технологии.

С появлением мощных персональных компьютеров появилась и реальная возможность выполнять экспериментальные модельные исследования без использования дорогостоящих и долговременных натурных исследований. Таким образом, исследователи получили возможность заменить процедуру создания физической модели на математическую, решаемую, в свою очередь, на базе компьютерных технологий [4, 5].

В последние годы в результате бурного развития компьютерной механики создаются и новые методы решения физических задач. При этом основной упор должен быть сделан на изучение физических процессов, моделирование которых весьма трудоемко или практически невозможно произвести с помощью иных подходов.

Почему численное моделирование стало важным в физике в настоящее время? Одна из причин заключается в том, что большинство применяемых нами аналитических средств, таких как дифференциальное исчисление, больше всего подходит для исследования линейных задач. Например, несложно проанализировать движение тела, подвешенного на пружине, решая уравнение его движения (второй закон Ньютона) в предположении линейности возвращающей силы.

Однако множество природных процессов является нелинейными, так что малые изменения в одной переменной приводят к большим изменениям в другой переменной. Нелинейные задачи решаются аналитическими методами только в отдельных случаях. Компьютер дает новый инструмент для исследования нелинейных явлений. Особенно важно это при рассмотрении систем со многими степенями свободы или со многими переменными.

Иногда численное моделирование называют вычислительным экспериментом, поскольку оно имеет много общего с лабораторными экспериментами. Исходным пунктом численного моделирования является разработка идеализированной физической системы. Затем необходимо определить алгоритм для реализации этой модели на компьютере. Компьютерная программа моделирует физическую систему и описывает вычислительный эксперимент. Такой вычислительный эксперимент заполняет промежуток между лабораторными экспериментами и теоретическими расчетами. Например, можно получить по существу точные результаты, моделируя идеализированную модель физического явления, у которой нет никакого лабораторного аналога. Сравнение результатов с соответствующими теоретическими расчетами служит стимулом развития вычислительных методов. Можно проводить моделирование на реалистичной модели с тем, чтобы осуществить прямое сравнение с лабораторными экспериментами.

Целью курса математического моделирования физических процессов работы является:

- помочь студентам в более глубоком изучении и усвоении материала естественнонаучных, а также общепрофессиональных дисциплин;

- освоить нетрадиционные методы исследования механических процессов с использованием компьютеров;
- привить навыки творческого подхода при решении разнообразных задач;
- продемонстрировать возможности математического моделирования в исследовании физических явлений, когда точный расчет либо затруднен, либо невозможен.

1. *Кинематика и динамика материальной точки.* Типичным и вместе с тем простым видом движения, описываемым законами Ньютона, является падение тел у земной поверхности. Для свободного падения вблизи земной поверхности это аналитическое решение уравнений движения

$$v(t) = \frac{dy(t)}{dt} \quad \text{и} \quad a(t) = \frac{dv(t)}{dt} \quad (*)$$

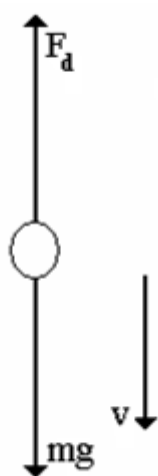


Рис. 1. Силы, действующие на падающее тело

является настолько простым, что нет необходимости останавливаться на нем подробно. Однако нетрудно представить реальные изменения уравнений движения в гравитационном поле Земли, которые не будут иметь простых аналитических решений.

Модификацией задачи о свободном падении является учет тормозящей силы, обусловленной сопротивлением воздуха. Направление этой тормозящей силы должно быть противоположно скорости движения тела.

Рассмотрим сначала движение материальной точки. Тормозящая сила F_d направлена вверх, как показано на рис. 1. Если воспользоваться принятой системой координат, то полную силу, действующую на материальную точку, можно записать в виде [3, 1]

$$F = F_g - F_d = mg - F_d.$$

В общем случае зависимость F_d от скорости необходимо определять эмпирически. Однако таким методом пользуются редко, поскольку вычисление наклона кривых, необходимое для нахождения скорости и ускорения, сопряжено с большими ошибками. Чаще для функции F_d предполагается какая-либо экспериментально подтвержденная зависимость от скорости V .

Наиболее общими зависимостями силы сопротивления от скорости являются [3, 1]

$$F_d(v) = k_1 v \quad \text{и} \quad F_d(v) = k_2 v^2,$$

где коэффициенты k_1 и k_2 зависят от свойств среды и геометрии тела. Эти зависимости не являются точными физическими законами, а представляют собой полезные опытные выражения, приближенно описывающие $F_d(v)$ в ограниченном диапазоне скоростей. Ввиду того, что эта функция возрастающая, существует предельная (установившаяся) скорость, соответствующая условию $F_d = F_g$ и нулевому ускорению. Эту скорость можно найти из выражения

для равнодействующей силы и приведенных зависимостей для силы сопротивления. В результате получим

$$v_1 = \frac{mg}{k_1} \quad \text{и} \quad v_2 = \left(\frac{mg}{k_2} \right)^{1/2}$$

соответственно для линейного и квадратичного случаев.

Используя полученные выражения, выпишем F_d для линейного и квадратичного случаев

$$F_d = k_1 v_1 \left(\frac{v}{v_1} \right) \quad \text{и} \quad F_d = k_2 v_2^2 \left(\frac{v}{v_2} \right)^2.$$

Отсюда равнодействующую силу можно записать

$$F_1(v) = mg \left(1 - \frac{v}{v_1} \right) \quad \text{и} \quad F_2(v) = mg \left(1 - \frac{v^2}{v_2^2} \right). \quad (**)$$

Чтобы понять, насколько существенно влияет сопротивление воздуха на падение обычных тел, рассмотрим движение камня массой 10^{-2} кг . Установлено, что с хорошей степенью точности сила сопротивления пропорциональна v^2 [4]. Для камня радиусом 0.01 м коэффициент k_2 , как экспериментально установлено, равен $k_2 \approx 10^{-4} \text{ кг/м}$. Принимая это, найдем, что установившаяся скорость равна приблизительно 30 м/с . Поскольку эта скорость достигается свободно падающим телом, пролетевшим по вертикали приблизительно 50 м за 3 с , то можно ожидать, что на значительно меньших временах и расстояниях сопротивление воздуха играет существенную роль. Поэтому многие задачи, которые встречаются в элементарных курсах механики, не реальны.

Поскольку аналитически решить уравнения движения (*) с равнодействующей силой, определяемой выражением (**), затруднительно, обычно прибегают к численным методам. При этом очень часто используется метод Эйлера для дифференциальных уравнений первого порядка, который легко обобщается на случай дифференциальных уравнений второго и более высокого порядка.

2. Метод Эйлера. Метод Эйлера для численного решения дифференциальных уравнений включает в себя преобразование дифференциального уравнения в конечно-разностное. Если уравнение $dy/dt = g(x)$ при $x = x_0$ имеет решение $y = y_0$, то можно найти приближенное значение функции y в близлежащей точке $x_1 = x_0 + \Delta x$, если приращение аргумента мало. В первом приближении предполагается, что функция $g(x)$, или скорость изменения y , постоянна на отрезке от x_0 до x_1 . В этом случае приближенное значение функции y в точке $x_1 = x_0 + \Delta x$ определяется выражением

$$y_1 = y(x_0) + \Delta y = y(x_0) + g(x_0) \Delta x.$$

Можно повторить эту процедуру еще раз и найти значение y в точке $x_2 = x_1 + \Delta x$:

$$y_2 = y(x_1 + \Delta x) \approx y(x_1) + g(x_1) \Delta x.$$

Очевидно, что это правило можно обобщить и вычислить приближенное значение функции в любой точке $x_n = x_0 + n\Delta x$ по итерационной формуле

$$y_n = y_{n-1} + g(x_{n-1})\Delta x \quad (n = 0, 1, 2, \dots). \quad (***)$$

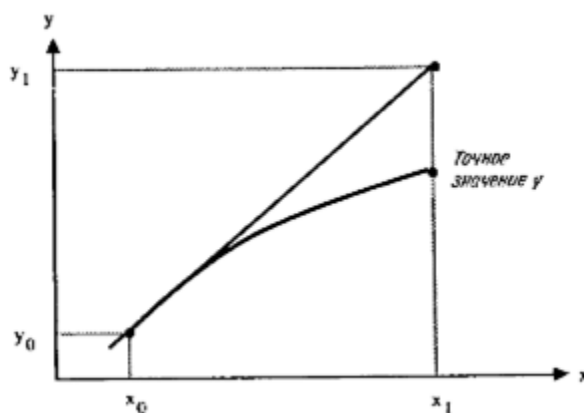


Рис. 2. Интерпретация метода Эйлера

Этот метод называется методом касательных или методом Эйлера. Метод дает хорошее приближение к «истинному» значению функции y , если приращение аргумента Δx достаточно мало.

В методе Эйлера предполагается, что скорость изменения функции y на отрезке от x_{n-1} до x_n постоянна, а тангенс угла наклона касательной вычисляется в начальной точке отрезка. Графическая интерпретация выражения (***) приведена на рис. 2. Понятно, что в случае, когда наклон касательной меняется на некотором отрезке, появляется отклонение от точного решения. Это отклонение можно уменьшить, если выбрать меньшее значение Δx .

Метод Эйлера описывается следующим алгоритмом:

1. Выбираются начальные условия, величина шага и количество итераций.

2. Определяется y и тангенс угла наклона в начальной точке отрезка.

3. Вычисляется значение y в конечной точке отрезка.

4. Шаги 2 и 3 повторяются требуемое число раз.

3. *Приближенное решение задачи о падении тела.* Возьмем уравнения движения в виде (*). Обозначив через Δt шаг по времени, для момента времени t_n , соответствующего n -ному шагу, будем иметь

$$t_n = t_0 + n\Delta t.$$

Обозначим через a_n, v_n и y_n значения ускорения, скорости и координаты на n -ном шаге, например, $a_n = a_n(y_n, v_n, t_n)$. Прямое обобщение метода Эйлера, рассмотренного выше, принимает вид

$$v_{n+1} = v_n + a_n \Delta t \quad \text{и} \quad y_{n+1} = y_n + v_n \Delta t.$$

v_{n+1} — скорость в конечной точке интервала — вычисляется через a_n — производную скорости в начальной точке интервала. Аналогично y_{n+1} — координата

в конечной точке интервала вычисляется через v_n – производную координаты в начальной точке интервала.

Для вычислений на компьютере следует использовать язык программирования высокого уровня – Фортран, предназначенный главным образом для быстрого счета в различных научно-технических приложениях [2]. В этой области у Фортрана нет конкурентов.

В программе Padenie представлена реализация метода Эйлера применительно к задаче о движении свободно падающего тела. Здесь приняты следующие обозначения: y – вертикальная координата, v – скорость, t – время, g – ускорение свободного падения, dt – шаг по времени, h – начальная высота.

```
PROGRAM Padenie          !свободно падающее тело
CALL start(y, v, t, g, dt, h) !начальные условия и параметры
CALL prtpar(dt, n)         !печать параметров
CALL prttab(y, v, g, t)    !печать начальных значений
DO 100 I = 1,250           !250 выбрано условно как пример большого числа
    CALL Euler(y, v, a, t, g, dt, n) !решение разностного уравнения
    CALL prttab(y, v, a, t) !печать результатов через n шагов
    IF (y.gt.h) STOP       !окончание работы, если y > h
100 CONTINUE
STOP
END
SUBROUTINE start(y, v, t, g, dt, h)
t = 0                      !начальный момент времени (с)
y = 0.0                    !начальное значение координаты (м)
h = 50.0                   !начальная высота тела (м)
v = 0.0                    !начальная скорость тела (м/с)
WRITE(6,*) 'шаг по времени dt = '
READ(5,*) dt
g = 9.8                    !величина ускорения свободного падения
RETURN
END
SUBROUTINE prtpar(dt, n)
prtper = 0.2               !интервал между печатью результатов
n = prtper / dt            !число шагов между печатью результатов
WRITE(6,13)                !заголовок
13  FORMAT(5x, 'время (с)', 8x, 'y(m)', 7x, 'скорость )м/с)', 4x, 'ускорение
(м/с*с)')
RETURN
END
SUBROUTINE prttab(y, v, a, t)
WRITE(6,15) t, y, v, a
15  FORMAT(4F(15.5))
RETURN
END
SUBROUTINE Euler(y, v, a, t, g, dt, n)
```

```

DO 10 i = 1,n
a = g
v = v + a*dt           ! скорость в конце интервала
y = y + v*dt           ! ось направлена вниз
10 CONTINUE
t = t + dt*n
RETURN
END

```

Выше было сказано, что влияние сопротивления воздуха весьма существенно. Проверим утверждение о существенном влиянии сопротивления воздуха на движение камня, высказанное выше. Для этого вычислим зависимости координаты, скорости и ускорения падающего вблизи Земли камня от времени и сопоставим их с такими же характеристиками свободно падающего тела. Начальную высоту падения примем равной, например, 50 м, тормозящую силу – пропорциональной v^2 , а установившуюся скорость – 30 м/с.

На рис. 3 проводится сравнение результатов этого расчета с характеристиками свободного падения тела. Рис. 3А представляет пути, пройденные телом при свободном падении и при учете сопротивления воздуха. Рис. 3В – скорости тел, рис. 3С – ускорения тел при тех же условиях. Приведенные графики наглядно иллюстрируют необходимость учета сопротивления при падении тел.

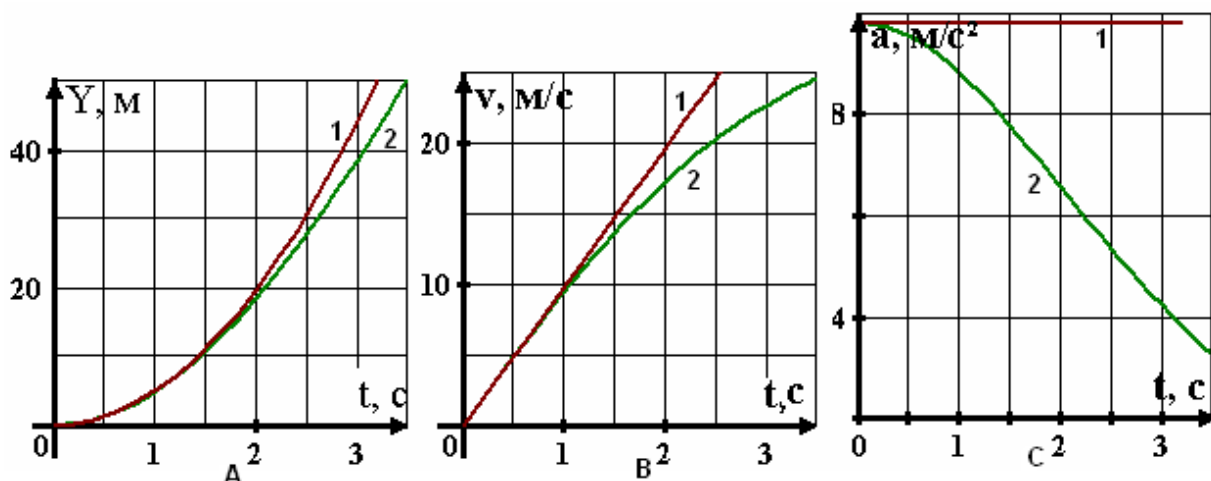


Рис. 3. Сопоставление характеристик движения тела при свободном падении и с учетом сопротивления воздуха: 1 – свободное падение; 2 – с учетом сопротивления

Заключение. В заключение следует сказать, что успешное использование численного метода определяется тем, насколько он хорошо приближает производную на каждом шаге. Множество алгоритмов, используемых в настоящее время различными исследователями, свидетельствует о том, что ни один метод не превосходит по всем параметрам все остальные.

В случае одномерного движения уравнения Ньютона, как указывалось, имеют вид:

$$v(t) = \frac{dy(t)}{dt} \quad \text{и} \quad a(t) = \frac{dv(t)}{dt}.$$

Целью всех конечно-разностных методов является вычисление значений y_{n+1} и v_{n+1} в момент времени $t = t + dt$.

Разложения величин $v_{n+1} = v(t + dt)$ и $y_{n+1} = y(t + dt)$ в ряд Тейлора выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned}v_{n+1} &= v_n + a_n \Delta t + O[(\Delta t)^2] \\y_{n+1} &= y_n + v_n \Delta t + (1/2)a_n (\Delta t)^2 + O[(\Delta t)^3]\end{aligned}$$

Использованный метод Эйлера эквивалентен сохранению в этих разложениях членов $O(\Delta t)$. Поскольку удержаны члены порядка $O(\Delta t)$, погрешность метода имеет величину порядка $O[(\Delta t)^2]$. Конечно, точность метода Эйлера ограничена, но, как правило, нет необходимости использовать более сложные алгоритмы.

Список литературы

1. Алексеев В. В., Приданов В. Г. Математическое моделирование в физике. Учебное пособие. – Новосибирск: НГПУ, 2014.
2. Бартынев О. В. Современный Фортран. – М.: «ДИАЛОГИ-МИФИ», 2000.
3. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Том 1. – М.: Мир, 1990.
4. Майер Р. В. Компьютерное моделирование физических явлений. – Глазов: ГГПИ, 2009.
5. Майер Р. В. Решение задач при помощи пакета MathCAD. Учебное пособие. – Глазов: ГГПИ, 2006.
6. Монова Н. Д., Ходанович Л. И. О приоритетах в развитии физического образования. – С.-П.: РПГУ, 2013.

НОВАЯ АВТОСТОХАСТИЧЕСКАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Прокопенко В.Г.

ведущий конструктор НКБ «Миус»,

Южный федеральный университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Представлена новая простейшая автостохастическая динамическая система, позволяющая генерировать хаотические колебания, являющиеся суперпозицией импульсов, имеющих случайную амплитуду и фазу, и пакетов затухающих квазипериодических осцилляций, имеющих случайные начальную амплитуду, фазу и продолжительность.

Ключевые слова: динамическая система, хаотические колебания, генератор хаотических колебаний, автостохастическая система.

Рассмотрим простой электронный автогенератор, содержащий два конденсатора, индуктивность, резистор, нелинейный преобразователь импеданса (НПИ) и линейное устройство с отрицательным сопротивлением (УОС) [1] (рис. 1).

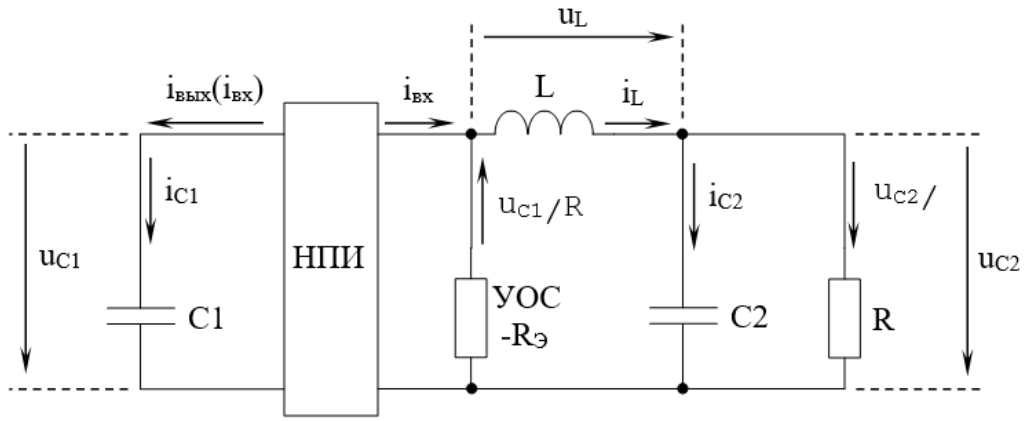


Рис. 1. Генератор хаотических колебаний. Схема электрическая принципиальная. Распределение токов и напряжений при работе

Запишем уравнения, описывающие его динамику:

$$\begin{aligned}
 i_{C1} &= C1 \frac{du_{C1}}{dt} = i_{\text{вых}}(i_{\text{вх}}); \\
 i_{C2} &= C2 \frac{du_{C2}}{dt} = i_L - \frac{u_{C2}}{R}; \\
 u_L &= L \frac{di_L}{dt} = u_{C1} - u_{C2}; \\
 i_{\text{вх}} &= i_L - \frac{u_{C1}}{R_{\text{э}}},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где $R_{\text{э}}$ – абсолютное значение (модуль) эквивалентного отрицательного сопротивления УОС; $i_{\text{вых}}(i_{\text{вх}}) = i_{\text{вых}}(i_L - \frac{u_{C1}}{R_{\text{э}}})$ – передаточная характеристика

(ПХ) НПИ, $i_{\text{вх}} = i_L - \frac{u_{C1}}{R_{\text{э}}}$ – ток, протекающий через входные выводы НПИ.

Разрешив уравнения (1) относительно $\frac{du_{C1}}{dt}$, $\frac{du_{C2}}{dt}$, $\frac{di_L}{dt}$ и введя безразмерные переменные $x = \frac{u_{C1}}{R_{\text{э}}I_0}$, $y = \frac{u_{C2}}{R_{\text{э}}I_0}$, $z = \frac{i_L}{I_0}$ (где I_0 – ток, определяющий границы между средним, проходящим через начало координат, и боковыми сегментами ПХ НПИ) и безразмерное время $\tau = \frac{t}{R_{\text{э}}C2}$, представим полученные уравнения в безразмерном виде:

$$\begin{cases} \frac{dx}{d\tau} = Af(z - x); \\ \frac{dy}{d\tau} = z - Ey; \\ \frac{dz}{d\tau} = B(x - y), \end{cases} \tag{2}$$

где $f(z-x) = i_{\text{вбл}x} \left(i_L - \frac{u_{C1}}{R_{\Sigma}} \right) / I_0$ – безразмерная ПХ НПИ; $A = \frac{C2}{C1}$;

$$B = \frac{R_{\Sigma}^2 C2}{L}; E = \frac{R_{\Sigma}}{R}.$$

Пусть $f(z-x) = b(z-x) + \frac{a-b}{2} (|z-x+1| - |z-x-1|)$, где a и b – положи-

тельные константы. Тогда в системе (1) существуют нерегулярные автоколебания, характеризующиеся положительными значениями старшего характеристического показателя Ляпунова. Например, при $a=-1.5$, $b=3$, $A=0.5$, $B=3...7$, $E=0.7$ этот показатель равен $0.12...0.16$; при $a=-1.5$, $b=2.8$, $A=0.5$, $B=3...7$, $E=0.7$ он равен $0.1...0.18$. В частности, при $a=-1.5$, $b=3$, $A=0.5$, $B=5$, $E=0.7$ он близок к 0.15 , при $a=-1.5$, $b=2.8$, $A=0.5$, $B=5$, $E=0.7$ старший характеристический показатель Ляпунова приблизительно равен 0.17 . Следовательно при данных значениях коэффициентов a , b , A , B , E в схеме на рис. 1 наблюдаются хаотические автоколебания.

На рис. 2 приведен пример зависимости линейной комбинации переменных $z-0.8x$ от времени при $a=-1.5$, $b=3$, $A=0.5$, $B=5$, $E=0.7$.

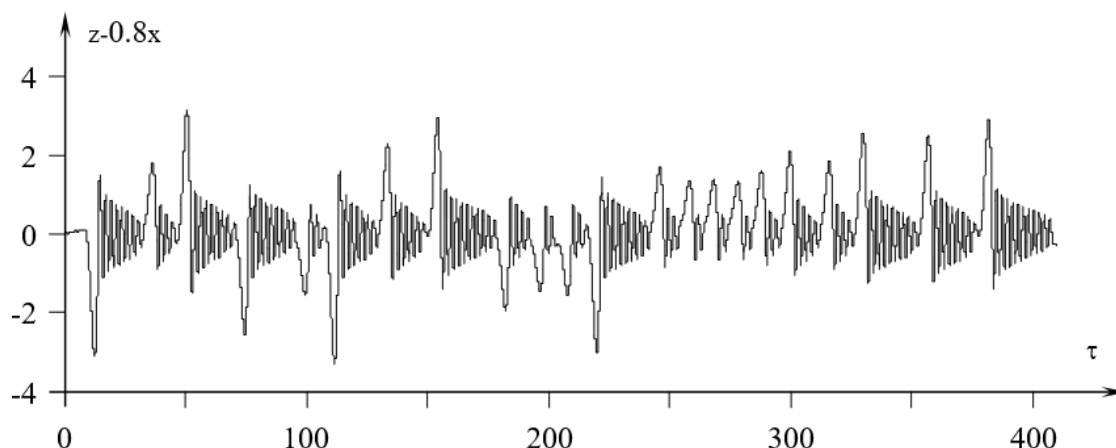


Рис. 2. Хаотические колебания, генерируемые системой (1)

Как видно из рис. 2 автогенератор на рис.1 позволяет генерировать хаотический сигнал, представляющий собой случайное чередование двух различных колебаний – импульсов, имеющих случайную амплитуду и фазу, и пакетов затухающих квазипериодических осцилляций, имеющих случайные начальную амплитуду, фазу и продолжительность.

Список литературы

1. Прокопенко В.Г. Генератор хаотических колебаний. Пат. РФ №2585970. Оpubл. 10.06.2016, Бюл. №16.

О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ДИРИХЛЕ В КУСОЧНО-ОДНОРОДНОЙ ПОЛОСЕ С ПЛЕНОЧНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ

Холодовский С.Е.

профессор, д-р физ.-мат. наук, доцент,
Забайкальский государственный университет, Россия, г. Чита

В статье рассматриваются задачи Дирихле для оператора Лапласа в полосе $(-\infty < x < \infty, 0 < y < \pi)$ с сильно- и слабо проницаемыми пленочными включениями $x = 0$. Пленка разделяет однородные зоны $(x < 0)$ и $(x > 0)$ проницаемости k_i . Используя метод свертывания разложений Фурье, решения рассматриваемых задач выражены в квадратурах.

Ключевые слова: задачи Дирихле с обобщенными условиями сопряжения, сильно- и слабо проницаемые пленки, метод свертывания разложений Фурье.

В современных условиях большой интерес имеют задачи экранирования загрязненных зон, теплоизоляции зданий, задачи, связанные с применением композитных материалов и нанотехнологий и т.д. В математических моделях указанные задачи приводят к краевым задачам математической физики в областях с пленочными включениями [1]-[3].

Рассмотрим в кусочно-однородной полосе $D = D_1 \cup D_2$, $D_1(x < 0)$, $D_2(x > 0)$, $0 < y < \pi$ для функций $u_i(x, y)$ в D_i задачи

$$\Delta u_1 = 0, \quad u_{1|y=0} = 0, \quad u_{1|y=\pi} = 0, \quad (1)$$

$$\Delta u_2 = H(x, y), \quad u_{2|y=0} = \varphi(x), \quad u_{2|y=\pi} = \psi(x), \quad (2)$$

$$x = 0: \quad u_2 - u_1 = jBk_1\partial_x u_1, \quad k_2\partial_x u_2 - k_1\partial_x u_1 = (1-j)A\partial_x^2 u_1, \quad (3)$$

где Δ – оператор Лапласа; $\partial_x^n = \partial^n / \partial x^n$; A, B, k_i – положительные постоянные; $j = 0$ и $j = 1$ соответственно в случае сильно- и слабо проницаемой пленки $x = 0$ [1], [2, с. 31], [3]. Методом статьи [3] выразим решение задачи (1)-(3) через решение аналогичной классической задачи Дирихле в однородной полосе D :

$$\Delta f = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ H(x, t), & x > 0, \end{cases} \quad f_{|y=0} = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ \varphi(x), & x > 0, \end{cases} \quad f_{|y=\pi} = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \\ \psi(x), & x > 0. \end{cases} \quad (4)$$

Представляя функцию $f(x, y)$ при $x \leq 0$ (4) в виде ряда Фурье:

$$f(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} e^{nx} g_n(y), \quad g_n(y) = \frac{2 \sin ny}{\pi} \int_0^{\pi} f(0, t) \sin nt \, dt,$$

получим формулу

$$\int_0^{\infty} e^{-\gamma z} f(x-z, y) \, dz = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{nx} g_n(y)}{n + \gamma}, \quad x \leq 0, \quad \gamma > 0.$$

Отсюда, представляя решение задач (1)-(3) также в виде рядов Фурье:

$$u_1(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{nx} g_n(y), \quad u_2(x, y) = f(x, y) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n e^{-nx} g_n(y),$$

где $a_n = \alpha_j (n + \gamma_j)^{-1}$, $b_n = (-1)^{j+1} [1 - \beta_j (n + \gamma_j)^{-1}]$, окончательно находим

$$u_1(x, y) = \alpha_j \int_0^{\infty} e^{-\gamma_j z} f(x - z, y) dz, \quad (5)$$

$$u_2(x, y) = f(x, y) - (-1)^j \left[f(-x, y) - \beta_j \int_0^{\infty} e^{-\gamma_j z} f(-x - z, y) dz \right], \quad (6)$$

где $j = 0, 1$; $\alpha_0 = \beta_0 = 2k_2/A$, $\gamma_0 = (k_1 + k_2)/A$, $\alpha_1 = 2/Bk_1$, $\beta_1 = 2/Bk_2$, $\gamma_1 = (k_1 + k_2)/(Bk_1 k_2)$.

В случае однородного уравнения (при $H = 0$) функция Грина задачи (4) имеет конечный вид

$$G_0(x, y) = \frac{1}{4\pi} \ln \frac{\operatorname{ch}(x - x_0) - \cos(y - y_0)}{\operatorname{ch}(x - x_0) - \cos(y + y_0)}, \quad x_0 > 0.$$

При этом для рациональных значений параметров γ_j функции Грина задач (1)-(3) ($H = 0$) также приводятся к конечному виду по формулам (5), (6). Так, в случае $\gamma_j = 1$ в формулах для функций Грина (5), (6) получим

$$\int_0^{\infty} e^{-\gamma_j z} G_0(x - z, y) dz = \frac{1}{4\pi} \ln(\operatorname{ch} \xi - \cos \eta) + \frac{e^{-\xi}}{4\pi} \left\{ \cos \eta \cdot \ln[(e^{\xi} - \cos \eta)^2 + \sin^2 \eta] - 2 \sin \eta \cdot \operatorname{arctg} \frac{e^{\xi} \sin \eta}{1 - e^{\xi} \cos \eta} \right\} \bigg|_{\eta=y+y_0}^{\eta=y-y_0},$$

где $\xi = x - x_0$, $x < 0$.

Работа выполнена в рамках Государственного задания вузу Министерства образования и науки Российской Федерации (проект 2014/255 НИР 2603.14).

Список литературы

1. Васильев Б.А. Плоская стационарная задача теории теплопроводности для составной клиновидной области // Дифференциальные уравнения. 1984. Т. 20. № 3. С. 530-533.
2. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. М.: Наука, 1964.
3. Холодовский С.Е. Метод свертывания разложений Фурье. Случай обобщенных условий сопряжения типа трещины (завесы) в кусочно-неоднородных средах // Дифференциальные уравнения. 2009. Т. 45. № 6. С. 855-859.

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛИНЕЙНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С НЕТОЧНЫМИ ДАННЫМИ

Шаталова А.Ю.

аспирант, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,
Россия, г. Краснодар

Лебедев К.А.

профессор кафедры прикладной математики, д-р физ.-мат. наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,
Россия, г. Краснодар

В статье описаны основные проблемы, связанные с формализацией нечетких данных в задачах линейной оптимизации. Представление исходных данных в виде нечётких треугольных чисел обладает рядом специфических подходов, связанных с нечёткой арифметикой и нечёткой оптимизацией.

Ключевые слова: нечеткие числа, представление нечетких данных, нечеткая линейная оптимизация, треугольные числа, линейное программирование, формализация нечетких чисел.

Зачастую на практике при решении оптимизационных задач значение коэффициентов, определяемое экспертами, известно лишь приближённо. Традиционно небольшие, измеримые долями процента неточности в исходных данных просто игнорируются, и задача решается при упрощенных данных. Такие приближения могут повлиять на конечный результат чувствительных задач, показывая неверное оптимальное значение.

Один из подходов который стремиться учесть неточность параметров является стохастическое линейное программирование разработанный учеными. Этот подход имеет два практических недостатка: 1) необходимость преобразования стохастической задачи линейного программирования в детерминированную задачу нелинейного программирования; 2) коэффициенты функции распределения тоже являются неточными параметрами получаемых из экспертных оценок.

В настоящее время для формализации нечеткости широко применяется теория нечетких множеств [3], в частности в области оптимизации экономических процессов, с помощью линейного программирования с нечёткими данными [9, 11]. Для таких задач предложен алгоритм отыскания решения. Для этого строятся математические модели линейного программирования с нечётко заданными параметрами целевой функции и ограничений.

Нечёткое линейное программирование отличается от стохастического (с вероятностями) программирования, так как имеет свою собственную структуру и средства для исследования весьма широких классов задач [8, 10]. Попытки свести теорию нечётких множеств к теории вероятностей неоднократно предпринималась [4, 5], т.к. функция принадлежности нечёткого множества напоминает распределение вероятностей. Одно из базовых отличий в том, что сумма вероятностей по всем возможным значениям случайной

величины всегда равна 1, а сумма значений функции принадлежности может быть любым неотрицательным числом.

Нечёткое линейное программирование отличается и от параметрического, и интервального. Задачи параметрической оптимизации, по сути, являются детерминированными задачами оптимизации, в которых изучаются связи между параметрами и оптимальными решениями [4, 7].

Необходимо отметить, что нахождение полного решения задачи нечёткого линейного программирования для некоторых задач довольно трудоемко и требует больших вычислительных затрат. В этих случаях отказываются от определения множества эффективных решений (удовлетворяющее решение) [11], а ищут так называемое «компромиссное» решение, для определения которого, предложены различные функции предпочтения, которые преобразуют бесконечное множество целевых функций в единственную компромиссную целевую функцию [1, 6].

В настоящее время постепенно становится ясным, какие подходы, в каких ситуациях и в каких сочетаниях нужно использовать. Весь этот комплекс новых теорий и методов (включая классическую теорию вероятностей) движется к естественному объединению в общую теорию анализа неопределенностей и теорию возможностей.

Список литературы

1. Dubois D. Fuzzy Sets and Systems. Theory and applications. – NY: 1980 – 120 p.
2. Kaufmann A., Gupta M. Introduction to fuzzy arithmetic-theory and applications. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985. 349 p.
3. Алексеев А.В. Интерпретация и определение функций принадлежности нечётких множеств // Методы и системы принятия решений. Рига. 1979. – С. 42-50.
4. Дилигенский Н.В. Нечёткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. – М.: Машиностроение 1, 2004. – 336 с.
5. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 176 с.
6. Зайченко Ю. П. Исследование операций. Нечеткая оптимизация. – К.: Выща Школа, 1991. – 191 с.
7. Калмыков С.А., Шокин Ю.И., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа. Новосибирск: «Наука», 1986. – 223 с.
8. Калмыков С.А., Шокин Ю.И., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа. Новосибирск: «Наука», 1986. – 223 с.
9. Лялин, В. Е. Максимизация планируемого дохода предприятия за счёт выбора деятельности при существующих ограничениях на используемые ресурсы // В. Е. Лялин, С. В. Созонов. Вестник Челябинского государственного университета. 2010. № 26 (207). Экономика. Вып. 28. С. 147-151.
10. Мухамедиева Д. Т. Алгоритм решения задачи линейного программирования с использованием теории нечётких множеств // Мухамедиева Д. Т., Солиева Б. Т. М.: Актуальные проблемы современной науки, 2010. – С. 137-139.
11. Фидлер, М. Задачи линейной оптимизации с неточными данными / Фидлер М., Недома Й., Рамик Я., Рон И., Циммерманн К. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2008. – 288 с.

СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

МИКРОВОЛНОВАЯ АКТИВАЦИЯ СЕРОВОДОРОДА В СИНТЕЗЕ ПРАКТИЧЕСКИ ПОЛЕЗНЫХ ЦИКЛОАЛКАНТИОЛОВ¹

Анисимова Е.Э., Захаров А.Д.

магистранты 1-го года обучения Института нефти и газа,
Астраханский государственный технический университет,
Россия, г. Астрахань

Шинкарь Е.В.

профессор кафедры «Органическая, биологическая и физколлоидная химия»,
д-р хим. наук, доцент, Астраханский государственный технический университет,
Россия, г. Астрахань

В статье рассмотрены реакции сероводорода с циклоалканами C_5 - C_8 в условиях микроволнового инициирования. Метод SH-функционализации циклоалканов основан на микроволновой активации H_2S до тиильного радикала. Данный подход позволяет получить циклоалкантиолы, являющиеся ценными компонентами сердечно-сосудистых, нестероидных и иммуномодулирующих лекарственных препаратов.

Ключевые слова: циклоалканы, сероводород, микроволновая активация, органические полисульфиды, неорганические полисульфаны, органический синтез.

Современное развитие направлений химии и технологии переработки серосодержащих веществ основано на изучении процессов с участием легкодоступных органических соединений (отходов переработки природных газов, сернистых нефтей и др.) и различных сернистых реагентов. Все большую значимость приобретают перспективные решения проблемы выделения и использования серосодержащих компонентов природного газа, нефтей и коксохимического сырья.

Огромный ресурс сероводорода (25-27%) и достаточно высокое содержание циклоалканов (12-18%) в сырье Астраханского ГКМ является полноценной базой для создания новых синтетических методов и технологических процессов. Основным источником циклоалканов – бензиновые, керосиновые фракции. Максимальное содержание во фракции нк-300°C – 18,2%, включая (метил-)циклопентаны и (метил-)циклогексаны – 3,8-4,4%. Компонентный состав обусловлен тем, что для циклоалканов характерны перегруппировки с изменением размера углеродного цикла, а пяти-, шестичленные циклы являются наиболее устойчивыми и образуются гораздо легче, чем их аналоги – C_3 , C_4 , C_7 , C_8 [3].

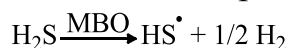
В связи с этим, достаточно целесообразно в Астраханском регионе применять важный тиолирующий агент – H_2S для SH-функционализации циклоалканов, что позволит решить проблему его утилизации, а также откроет новые возможности использования циклоалканов.

¹ Работа выполнена при поддержке РНФ (грант 14-13-00967).

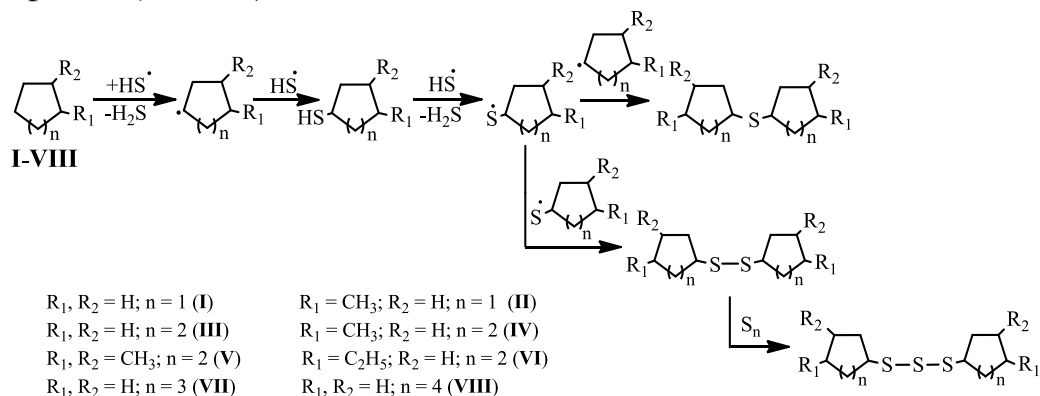
Традиционные промышленные способы тиолирования циклоалканов трудоемки и требуют "жестких" условий ($t=400\text{ }^{\circ}\text{C}$, повышенное давление, различные виды облучения, катализаторы) [1]. Ранее нами были разработаны способы редокс-активации H_2S , позволяющие генерировать тиильный радикал при 25°C и атмосферном давлении в органической среде. Предложенные авторами подходы способствовали получению продуктов тиолирования циклоалканов $\text{C}_5\text{-C}_8$ с количественным выходом по току (18-62%) [2]. Следовательно, редокс-активация H_2S во взаимодействии с циклоалканами является значительной альтернативой имеющимся методам синтеза циклоалкан-тиолов.

Однако, электрохимические способы SH-функционализации циклоалканов достаточно трудоемки, так как для полного превращения субстрата необходим длительный электролиз. Микроволновый синтез характеризуется высокой скоростью взаимодействия веществ и, следовательно, низкой продолжительностью.

В настоящей работе изучены реакции H_2S с циклоалканами **I-VIII**, приводящие к продуктам тиолирования субстратов в условиях МВО. Ключевой стадией превращений является гомолиз под действием МВО реагента, способствующий генерированию тиильного радикала:



SH-функционализация циклоалканов $\text{C}_5\text{-C}_8$ протекает с образованием соответствующих циклоалкантиолов (RSH), сульфидов (RSR), ди- (RSSR) и трисульфидов (RSSSR):



Микроволновую активацию H_2S в реакциях с циклоалканами **I-VIII** проводили при варьировании двух основных параметров: времени (τ , мин) и мощности (W , Вт) МВО, которые влияют на выход и соотношение образующихся серосодержащих соединений.

С увеличением времени МВО суммарный выход всех серосодержащих компонентов смеси продуктов реакции ($W = 420$ Вт) возрастает достаточно равномерно (табл.1).

Таблица 1

**Выход продуктов реакции H_2S с соединением III ($W = 420$ Вт)
(от времени МВО)**

Соединение	τ , мин				
	3	6	9	15	18
	Выход серосодержащих продуктов реакции, %				
RSH	4,1	5,4	9	12	16,5
RSSR	3,8	5,3	10,3	10,6	15,8
RSR	10,5	14,3	22,5	30	37,5
Σ	18,4	25,0	41,8	52,6	69,8

Причём, выход RSH соизмерим с содержанием дисульфида при различной продолжительности МВО. В интервале 0÷9 мин выход RSSR растёт, а при нагреве 9÷15 мин остается неизменным, что свидетельствует о дальнейшей стадии превращений в RSSSR. Далее, в промежутке времени МВО 15÷18 мин, опять наблюдается рост концентрации дисульфидов, так как скорость димеризации циклоалкилтиильных радикалов выше, чем скорость стадии увеличения полисульфидной цепи. Содержание RSR увеличивается в рассмотренном временном диапазоне, так как сульфиды далее не реагируют и их легче накопить, чем RSH и RSSR.

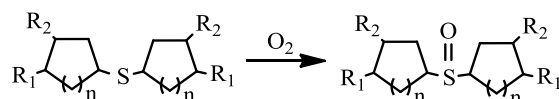
Ниже представлены результаты проведения реакции H_2S с соединением VIII при более высокой мощности МВО (табл. 2).

Таблица 2

**Выход продуктов реакции H_2S с соединением VIII ($W = 700$ Вт)
(от времени МВО)**

Соединение	τ , мин				
	6	12	18	24	30
	Выход серосодержащих продуктов реакции, %				
RSH	7,3	11,6	15,9	18,3	16,2
RSSR	10,2	11,8	17,7	19,3	21,9
RSR	23,2	31,0	35,7	30,4	44,3
Σ	40,7	54,4	69,3	68,0	82,4

В отличие от более низкой мощности МВО (420 Вт), в данных условиях выход RSSR превышает содержание RSH, что свидетельствует об увеличении скорости димеризации циклооктилтиильных радикалов. При мощности 700 Вт колебания значений выхода RSR во времени объясняются его превращением в сульфоксид ввиду присутствия кислорода воздуха в реакционной смеси:



Таким образом, рассматриваемые радикальные превращения субстратов I-VIII в условиях МВО представляют собой совокупность последовательно-параллельных стадий. Предложенный способ микроволнового синтеза позволяет регулировать состав и выход серосодержащих соединений путем варьирования времени или мощности МВО. На основании данного под-

хода к получению циклоалкантиолов разработана эффективная технология процесса утилизации H_2S Астраханского ГКМ.

Список литературы

1. Aïssa C. // Synthesis, 2011, p. 3389-3407.
2. Берберова Н.Т., Шинкарь Е.В., Смолянинов И.В., Охлобыстина А.В. Сероводород и алкантиолы в синтезе биологически активных органических производных серы. Монография, Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2016. – 260 с.
3. Парфенова Н.М., Косякова Л.С., Шафиев И.М. и др. // «Вести газовой науки», 2014, №2 (18), С. 27-35.

ЭЛЕКТРОЛИЗ МОЧЕВИНЫ НА МЕТАЛЛАХ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ

Базаев Н.А.

доцент кафедры биомедицинских систем, кандидат технических наук,
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники», Россия, г. Зеленоград

Жило Н.М.

студент кафедры биомедицинских систем,
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники», Россия, г. Зеленоград

Работа посвящена исследованию возможностей удаления мочевины из отработанного диализирующего раствора путём её электроокисления на поверхности металлов платиновой группы. В работе представлены результаты экспериментальных исследований и определение наиболее подходящих режимов элиминации мочевины из модельного раствора отработанного диализата.

Ключевые слова: перитонеальный диализ, диализат, регенерация, электролиз.

Введение

Проблема искусственного очищения организма от продуктов метаболизма является одной из важнейших задач в наше время [1, 2]. Главным сдерживающим фактором достаточной обеспеченности диализом является высокая стоимость процедуры гемодиализа (до 85 000 €/год на одного пациента) [8]. Использование системы восстановления химического состава диализата для его многократного использования позволило бы значительно сократить ресурсы, необходимые для процедуры искусственного очищения, а, следовательно, сделать её дешевле и доступнее. Ключевой задачей при этом является подбор метода для длительного и контролируемого удаления мочевины из отработанного диализата. Мочевина может быть электрохимически

окислена [3, 6] в нейтральной среде при помощи катализаторов, изготовленных из таких благородных металлов, как Ru-TiO₂ [7], Ti-Pt [4], Ti-(Pt-Ir) [5] и т.д. В данной работе представлены результаты исследований электрокаталитической активности металлов платиновой группы, а именно платина, нанесённая на титан методом электроосаждения (Ti-Pt_(эо)), методом взрывпрокатки (Ti-Pt_(вп)); родий, нанесённый на титан методом электроосаждения (Ti-Rh_(эо)); рутений, нанесённый на титан методом электроосаждения (Ti-Ru_(эо)). Кроме того, представлены результаты исследований по выбору режимов работы электролизёра для носимого аппарата «искусственная почка».

Материалы и методы

Для исследования электрокаталитических свойств различных материалов был разработан и сконструирован испытательный стенд, представленный на рисунке 1, который включает в себя рабочую электрохимическую ячейку с электродами (до 6 электродов, анодная площадь до 150 см²), держатели электродов, набор штативов и держателей, потенциостат Elins P-20X8 (источник напряжения), биохимический анализатор StatFax 3300, перистальтический насос с регулируемым расходом для перфузии диализата Watson-Marlow 120U, ёмкость с модельным раствором отработанного диализата, термостат для поддержания постоянной температуры раствора LOIP LT-105a, аналитические весы AND HR-100A, механический дозатор переменного объёма Ленпипет и набор химических реагентов, необходимых для приготовления модельного раствора (мочевина по ГОСТ 6691-77) и измерения концентрации мочевины в растворе (Spinreact Urea-LQ SP41041). Объём модельного раствора 500 мл.

Электроды представляют собой прямоугольные пластины, анодная площадь электродов Ti-Rh_(эо), Ti-Ru_(эо) – 100 см², Ti-Pt_(эо), Ti-Pt_(вп) – 150 см².

Для проведения экспериментальных исследований использовался модельный раствор, включающий в себя раствор для перитонеального диализа Fresenius КАПД/ДПКА 2 и мочевины. Состав 1000 мл раствора КАПД/ДПКА 2: натрия хлорид 5,786 г; натрия лактат 3,925 г; кальция хлорид 2 H₂O 0,2573 г; магния хлорид 6 H₂O 0,1017 г; глюкозы моногидрат 16,5 г (= глюкозы безводной – 15,0 г); вода для инъекций до 1 л. Ионный состав: Na⁺ = 134 ммоль/л, Ca²⁺ = 1,75 ммоль/л, Mg²⁺ = 0,5 ммоль/л, Cl⁻ = 103,5 ммоль/л, лактат = 35,0 ммоль/л. Теоретическая осмолярность=358 мосм/л, pH 5-6. Для имитации отработанного диализата в раствор добавлялась мочевина в концентрации от 10 до 40 ммоль/л в зависимости от эксперимента.

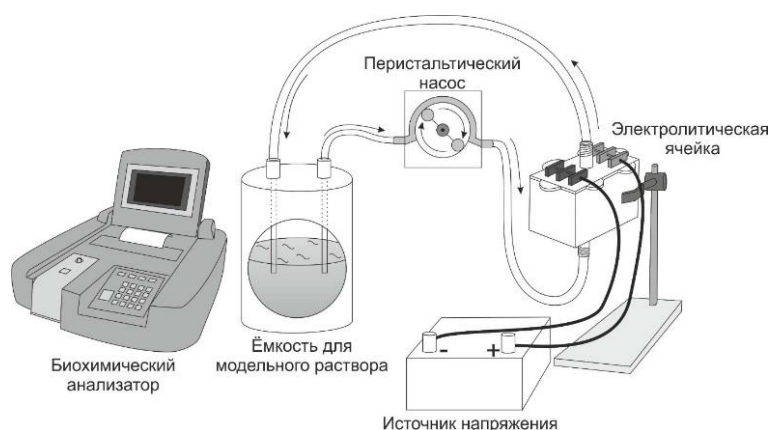


Рис. 1. Схема эксперимента для исследования электролиза мочевины

Рециркуляция раствора осуществлялась перистальтическим насосом, с расходом 50-100 мл/мин. Стекло́нная ёмкость имитирует брюшную полость пациента совместно с термостатом, производящим нагрев и поддержание температуры 36 °С модельного раствора. В термостат заливают дистиллированную воду, в ёмкость-имитатор заливают модельный раствор. Ёмкость-имитатор опускают в термостат и фиксируют положение. В ёмкость-имитатор опускают трубки от испытательной магистрали.

Забор проб производился из ёмкости-имитатора с помощью механического дозатора с одноразовым наконечником объёмом 10 мкл. Дозированный объём выливается в пробирку, после чего она помещается в биохимический анализатор. Для измерения концентрации мочевины использовался ферментативный колориметрический метод по Бертелоту. Гидролизация мочевины происходит в присутствии уреазы и воды. В результате реакции образуется углекислый газ и аммоний, ионы которого реагируют с салицилатом и гипохлоритом с выделением индофенола. Концентрация мочевины в пробе пропорциональна интенсивности окраски.

Масса добавленной мочевины измерялась на лабораторных аналитических весах. Для равномерного распределения мочевины в модельном растворе использовалась магнитная мешалка.

Промывка магистралей и ёмкости-имитатора осуществляется дистиллированной водой 2 раза (со сливом жидкости после каждой промывки). После промывки стенд оставлялся на просушку.

Результаты

1. Выбор материалов электродов

Для определения скорости удаления мочевины в зависимости от типа электрода была проведена серия экспериментов со следующими параметрами: плотность тока 5 мА/см²; начальная концентрация мочевины 30±2 ммоль/л; скорость перфузии 100 мл/мин; расстояние между электродами 1 мм. Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

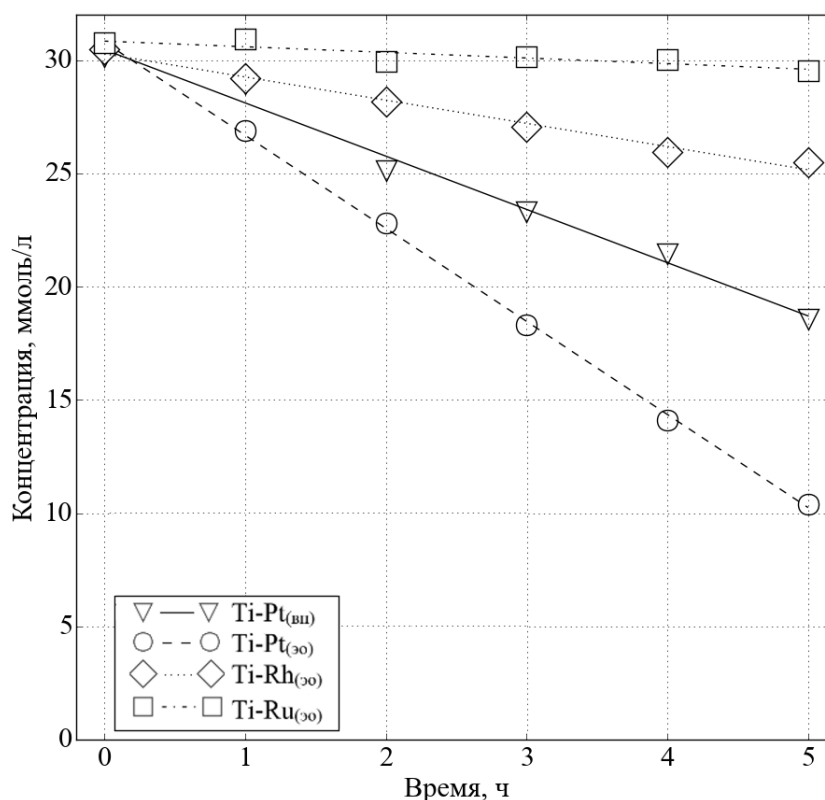


Рис. 2. Зависимость концентрации мочевины от времени для разных типов электродов

В таблице приведено сравнение полученных результатов.

Таблица

Результаты испытаний материалов электродов при плотности тока 5 мА/см²

Материал	Скорость удаления мочевины, мг/ч	Анодная площадь электродов, см ²	Удельная скорость удаления мочевины, мг/см ² ·ч
Ti-Pt _(эо)	110	150	0,73
Ti-Pt _(вп)	50	150	0,33
Ti-Rh _(эо)	33	100	0,33
Ti-Ru _(эо)	0	100	0

Как видно из рисунка и таблицы, наибольшая удельная скорость элиминации мочевины происходит на электроды Ti-Pt_(эо) и Ti-Pt_(вп). Тем не менее, время работы первого ограничено из-за активного перехода покрытия в раствор: платина, нанесённая электроосаждением растворилась за 40 часов; платина, нанесённая взрывпрокаткой оставалась на платиновой подложке более 200 часов. В связи с этим в дальнейшем исследования проводились на электродах Ti-Pt_(вп), так как их покрытие оказалось наиболее стойким.

2. Выбор режимов электролиза

2.1. Влияние величины напряжения в потенциостатическом режиме

Для выбора оптимальных параметров электролиза была изучена зависимость анодного потенциала (относительно электрода Ag/AgCl) для электродов Ti-Pt_(вп) от плотности тока в диапазоне 0-7 мА/см². Результаты эксперимента представлены на рисунке 3.

Можно видеть, что, начиная с плотности тока в 3 мА/см², анодный потенциал постепенно переходит в насыщение: при изменении плотности тока с 3 мА/см² до 6,5 мА/см² изменение потенциала происходит чуть более, чем на 0,1 В.

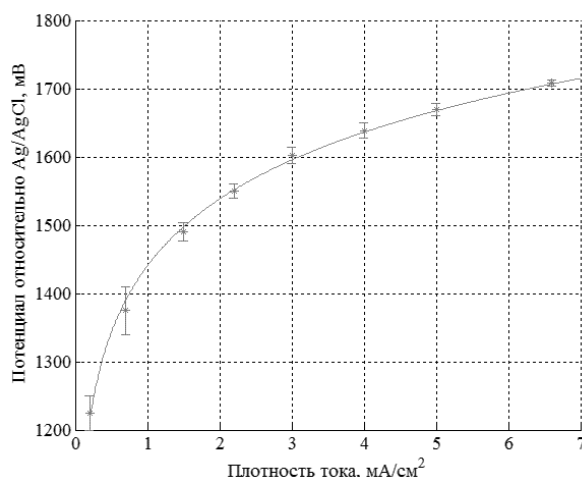


Рис. 3. Зависимость анодного потенциала (Ag/AgCl) от плотности тока для Ti-Pt_(вп)

2.2. Влияние начальной концентрации мочевины

Для определения влияния начальной концентрации мочевины на скорость её электрохимического окисления был проведён эксперимент с её разными начальными концентрациями. Результаты эксперимента представлены на рисунке 4.

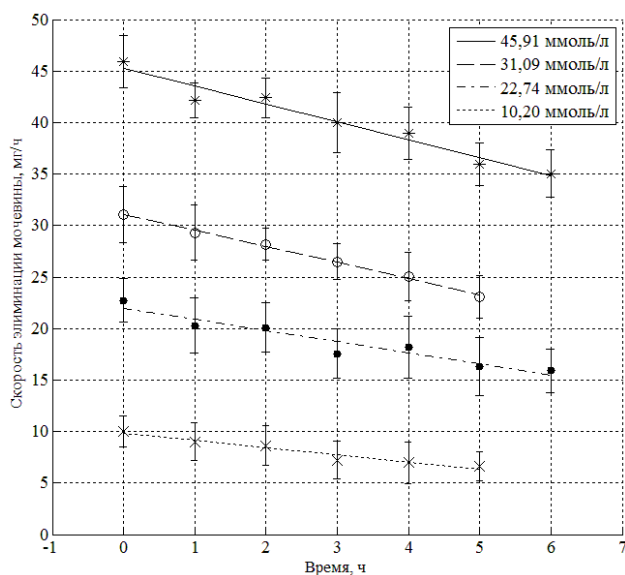


Рис. 4. Влияние начальной концентрации мочевины на скорость электрохимического окисления мочевины при плотности тока 5 мА/см²

Как видно из рисунка, скорость элиминации мочевины из раствора слабо зависит от её начальной концентрации.

2.3. Влияние скорости перфузии раствора

Для определения влияния скорости перфузии на скорость удаления мочевины был проведён эксперимент с расходами 50, 75 и 100 мл/мин при расстоянии между электродами 1 мм. начальная концентрация мочевины составляла 23 ± 1 ммоль/л, плотность тока 5 мА/см^2 . Результаты испытаний представлены на рисунке 5.

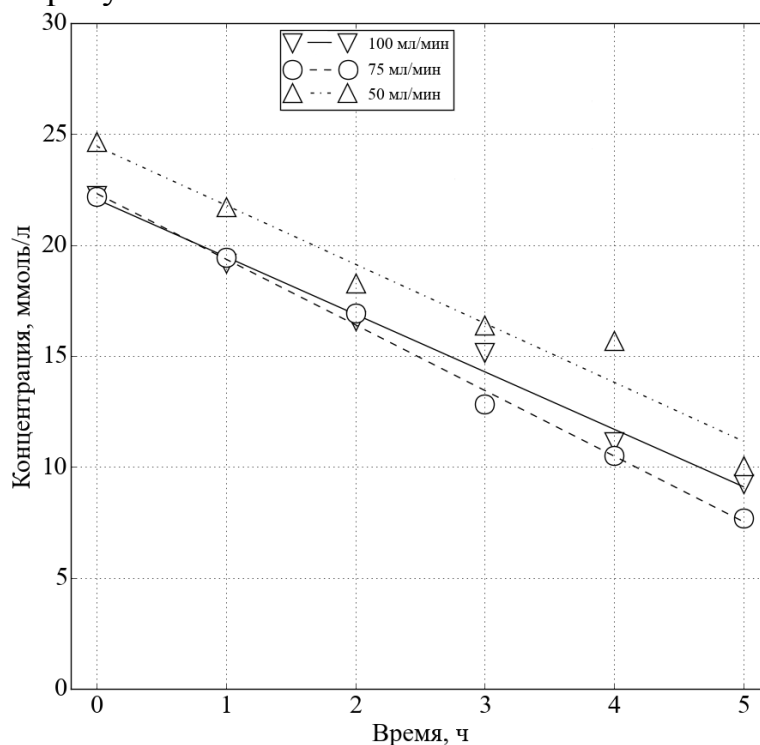


Рис. 5. Влияние скорости перфузии отработанного диализата на скорость электрохимического окисления мочевины

Из рисунка видно, что скорость перфузии раствора через электрохимическую ячейку слабо влияет на скорость элиминации мочевины из раствора.

3. Исследование изменения рН и ионного состава диализирующего раствора

Для $\text{Ti-Pt}_{(\text{ВП})}$ был проведён контроль динамики рН раствора и концентрации ионов натрия, хлора, калия и кальция. Результаты измерений представлены на рисунке 6.

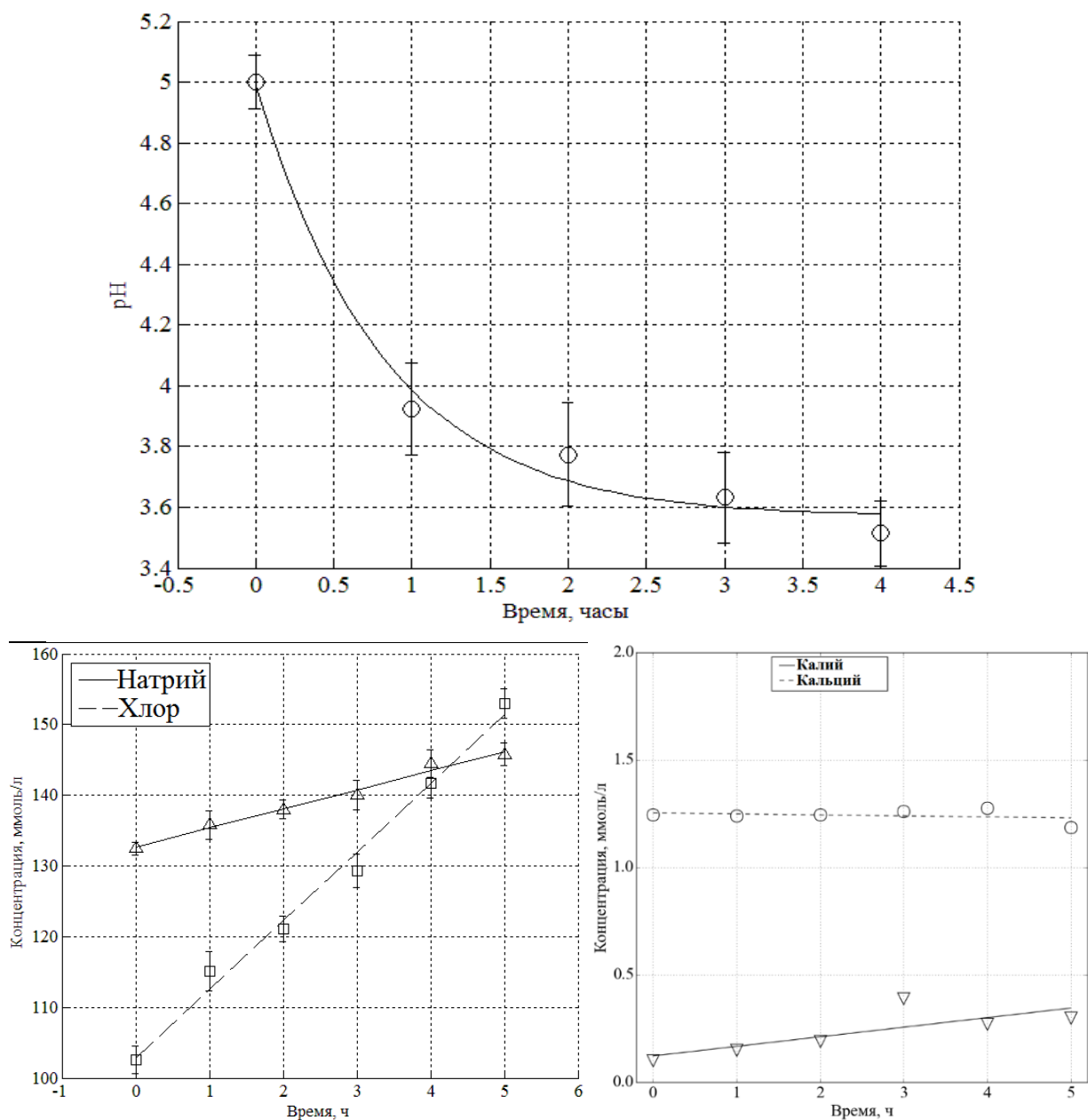


Рис. 6. Динамика pH (сверху) и концентраций ионов натрия и хлора (снизу слева), калия и кальция (снизу справа) в диализном растворе при электролизе на $\text{Ti-Pt}_{(\text{вп})}$

Как можно видеть, кислотность раствора во время электролиза со временем повышается, концентрация ионов также растёт.

Обсуждение

Из приведённых данных видно, что наибольшая удельная скорость разложения мочевины наблюдалась на электродах $\text{Ti-Pt}_{(30)}$ – $0,73 \text{ мг/см}^2 \cdot \text{ч}$ при плотности тока 5 мА/см^2 . Превосходство в скорости элиминации мочевины объясняется более развитой поверхностью по сравнению с другими электродами. В тоже время продолжительность работы до перехода покрытия в раствор весьма мала (так как электролиз является обратным процессом по отношению к электроосаждению), и это не позволяет использовать такие электроды в носимом аппарате «искусственная почка», поэтому выбор был сде-

лан в пользу электродов $\text{Ti-Pt}_{(\text{вп})}$, покрытие которых оставалось целым даже после 200 часов экспериментов. Такая стойкость покрытия объясняется повышенной адгезией платины по отношению к титану при нанесении методом взрывпрокатки.

Приведённые результаты экспериментов с электродами $\text{Ti-Pt}_{(\text{вп})}$ по определению анодного потенциала в зависимости от плотности тока позволяют сделать вывод при изменении плотности тока с 3 мА/см^2 до $6,5 \text{ мА/см}^2$ изменение потенциала происходит чуть более, чем на $0,1 \text{ В}$. В связи с этим возникает вопрос о поиске баланса между энергопотреблением, минимальной скоростью удаления мочевины из отработанного перитонеального диализного раствора и массогабаритными характеристиками электрохимической ячейки в условиях работы в носимом аппарате «искусственная почка В качестве оптимального значения была выбрана плотность тока 5 мА/см^2 .

Установлено, что скорость разложения мочевины в процессе электролиза на электродах $\text{Ti-Pt}_{(\text{вп})}$ слабо зависит от её начальной концентрации в растворе в диапазоне от 10 до 46 ммоль/л. При уменьшении начальной концентрации мочевины очевидно, что скорость её разложения будет значительно меньше, чем в указанном диапазоне.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что электролиз отработанного диализного раствора на электродах $\text{Ti-Pt}_{(\text{вп})}$ приводит к значительному снижению рН раствора. Это приводит к необходимости применять бикарбонатные диализные растворы для нейтрализации данного эффекта. Кроме того, замечена проблема увеличения концентраций ионов натрия, хлора, калия и кальция, что предлагается решать использованием ионообменных смол в сорбционных колонках, подключённых в магистраль после электролизёра.

Судя по приведённым данным можно сделать вывод, что электроды с покрытием из платины, нанесённой методом взрывпрокатки наиболее перспективны для применения в электролизёре блока регенерации диализата аппарата «искусственная почка». Однако, электроды из металлов платиновой группы обладают рядом недостатков: активное выделение хлорсодержащих соединений; частичное растворение электродов в процессе электролиза; высокая стоимость материалов.

Заключение

В ходе работ была исследована электрокаталитическая активность некоторых металлов платиновой группы по отношению к мочеvine. Было проведено исследование влияния начальной концентрации мочевины и скорости перфузии раствора на скорость удаления мочевины из раствора, а также исследование динамики рН и концентраций некоторых ионов в растворе.

По результатам проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Среди рассмотренных металлов наилучшей каталитической активностью в отношении мочевины обладает платина, нанесённая на титан методами электроосаждения ($\text{Ti-Pt}_{(\text{зо})}$) и взрывпрокатки ($\text{Ti-Pt}_{(\text{вп})}$);

2. Электроды Ti-Pt_(вп) показали в 5 раз большую стойкость без потери эффективности элиминации мочевины по сравнению с Ti-Pt_(зо);

3. Для работы электролизёра в составе носимого аппарата «искусственная почка» наиболее подходящим диапазоном плотностей тока является 3 мА/см² – 6 мА/см²;

4. Скорость перфузии отработанного диализата незначительно влияет на скорость элиминации мочевины.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных МК-7863.2016.4 по договору № 14.Y30.16.7863-МК от 14 марта 2016 г.).

Список литературы

1. Armignacco P., Garzotto F., Neri M., Lorenzin A. WAK Engineering Evolution // Blood Purification. 2015. № 39. С. 110-114.

2. Gura V., Macy A., Beizai M., Ezon C., Golper A. Technical Breakthroughs in Wearable Artificial Kidney (WAK) // American Society of Nephrology. 2009. №4. С. 1441-1448.

3. Sandeman S., Howell C., Phillips G., Zheng Y., Standen G., Pletzenauer R., Davenport A., Basnayake K., Boyd O., Holt S., Mikhlovsky S. An adsorbent monolith device to augment the removal of uraemic toxins during haemodialysis // Journal of Materials Science: Materials in Medicine. 2014. №6. С. 1589-1597.

4. Simka W., Piotrowski J., Nawrat G. Influence of anode material on electrochemical decomposition of urea // Electrochimica acta. 2007. Т. 52. №. 18. С. 5696-5703.

5. Simka W., Piotrowski J., Robak A., Nawrat G. Electrochemical treatment of aqueous solutions containing urea // Journal of applied electrochemistry. 2009. Т. 39. №. 7. С. 1137-1143.

6. Wester, M., Simonis, F., Lachkar, N., Wodzig, W. K., Meuwissen, F. J., Kooman, J. P., Boer, W. H., Joles, J. A., Gerritsen, K. G. Removal of Urea in a Wearable Dialysis Device: A Reappraisal of Electro- Oxidation // Artificial organs. 2014. Т. 38. №. 12. С. 998-1006.

7. Wright J. C., Michaels A. S., Appleby A. J. Electrooxidation of urea at the ruthenium titanium oxide electrode // AIChE Journal. 1986. Т. 32. №. 9. С. 1450-1458.

8. Брошюра по миниатюрным диализным системам искусственного очищения крови // Проект «Нанодиализ» (Нидерланды) URL: http://www.nanodialysis.nl/media/Nanodialysis_Miniature_Dialysis_System_Brochure_2015.pdf (дата обращения: 13.10.2016).

ВЛИЯНИЕ МАТРИЧНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ АТОМНО-ЭМИССИОННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРИМЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВИСМУТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Белякова И.С.

магистрант, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, г. Нижний Новгород

Машин Н.И.

доцент кафедры фотохимии и спектроскопии, канд. хим. наук, доцент, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, г. Нижний Новгород

Туманова А.Н.

с.н.с. лаборатории спектроскопии, канд. хим. наук, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, г. Нижний Новгород

Черняева Е.А.

аспирант, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, г. Нижний Новгород

Изучен эффект влияния варьируемых содержаний матричного компонента в бинарной аналитической системе, формирующейся при проведении атомно-эмиссионного анализа оксида висмута с использованием концентрирования и привлечением в качестве коллектора примесных элементов порошкового графита. Установлено, что изменение интенсивности аналитических линий в данной системе носит нелинейный характер. Исследованы факторы, ответственные за наблюдаемый эффект.

Ключевые слова: висмут, атомно-эмиссионный анализ, дуговое возбуждение, коллектор примесей, матричное влияние.

Высокоочищенный висмут и его оксид используют как исходное сырье для синтеза материалов, применяемых в лазерной оптике, при изготовлении фотокатодов фотоумножителей, термоэлементов, некоторых полупроводниковых приборов [1, 2, 11]. Одним из самых простых и информативных методов определения примесного состава в высокоочищенных веществах является атомно-эмиссионный анализ с дуговым возбуждением спектра. В сочетании с предварительным концентрированием его применение дает возможность определять большое число примесей с достаточно низкими пределами обнаружения.

Одной из основных трудностей, существенно осложняющей анализ, является формирование различия по содержанию матричного компонента в анализируемых и стандартных образцах вследствие перехода его неконтролируемых количеств в концентрат примесных элементов. Сведений о систематическом исследовании влияния остаточных количеств матричного компонента в коллекторе на интенсивность линий определяемых элементов в опубликованных работах не имеется [10].

Цель настоящей работы – систематическое изучение эффекта влияния варьируемых содержаний матрицы на интенсивность линий микропримесей в аналитической системе, формирующейся при их определении в висмуте с использованием концентрирования и привлечением в качестве коллектора примесных элементов графита порошкового.

Для получения аналитических смесей на основе порошкового графита готовили образцы с одинаковым содержанием примесных элементов, концентрация оксида висмута (наиболее распространенной общей матрицы при химико-спектральном определении примесного состава в висмуте и его соединениях) в которых варьировалось от 0.2 до 50 мас. %.

Пробу вводили в разряд из кратера графитового электрода (анода) диаметром и высотой по 4 мм и внешним диаметром, равным 6 мм. В качестве подставного использовали электрод, заточенный в виде цилиндра диаметром 4.5 и высотой 10 мм. Межелектродный промежуток устанавливали равным 2 мм и поддерживали постоянным в процессе разряда. Спектры возбуждали в дуговом разряде постоянного тока с применением генератора УГЭ-4 при силе тока 10 А и регистрировали на спектрографе СТЭ-1 (обратная линейная дисперсия 0.47 нм/мм для области 252–337 нм, теоретическая разрешающая способность – 120000), щель спектрографа освещалась с помощью трех конденсоров с промежуточной диафрагмой 5 мм. Спектры регистрировали на пластинки спектрографические типа ПФС-02 и ПФС-03 (ОАО «Компания Славич») с чувствительностью 9 и 16 ед. соответственно.

В аналитические смеси включали примесные элементы, наиболее часто подлежащие определению атомно-эмиссионным методом (ванадий, олово, хром, марганец, кобальт, свинец и др.). При изменении содержания примесей в исследуемых смесях ($2 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{-3}$ мас. %) величина аналитического сигнала – разность почернений линии и фона вблизи нее ($\Delta S_{л-ф} = S_{л+ф} - S_{ф}$) находилась на прямолинейном участке характеристической кривой, что исключало возможность их неконтролируемого уширения. В качестве аналитических использовали свободные от наложения наиболее чувствительные «последние» линии исследуемых элементов [4].

Выбранное компромиссное время регистрации спектров в зависимости от содержания матрицы в аналитической системе составляет 20-60 с.

Установлено, что изменение содержания матричного компонента в исследуемой системе приводит к смещению градуировочных зависимостей. На рис. 1 в качестве примера приведены градуировочные характеристики для определения ванадия и олова, полученные в присутствии различного количества оксида висмута. Анализ градуировочных зависимостей показал, что изменение содержания матричного компонента приводит к их параллельному смещению, величина которого не укладывается в пределы, обусловленные воспроизводимостью метода. Характер наблюдаемого смещения свидетельствует как о возможном увеличении аналитического сигнала примесей, так и о его снижении в зависимости от содержания матрицы. При одном и тоже значении аналитического сигнала результаты определения элемента неодно-

значны и могут оказаться завышенными или заниженными в 4–8 раз, что обуславливает появление значительных систематических погрешностей, величина которых достигает 400 – 800 отн. % .

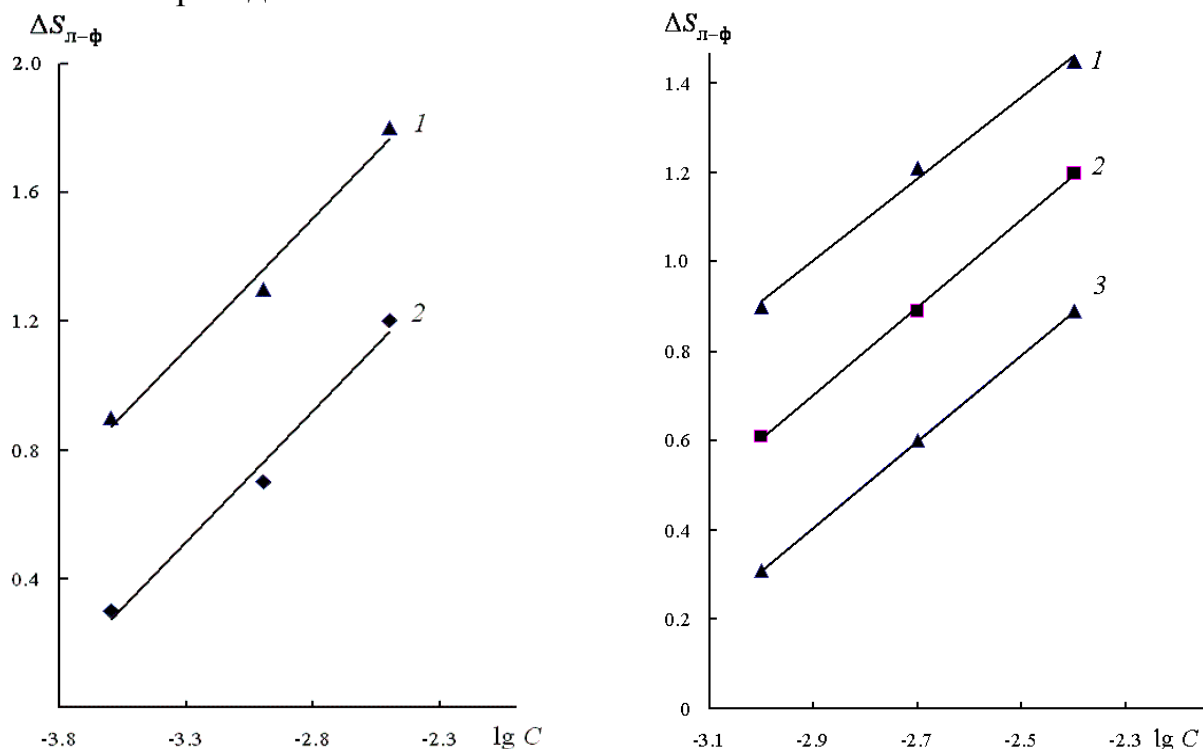


Рис. 1. Градуировочные зависимости при вариации содержания оксида висмута для определения: а. ванадия (V I 318.54 нм): 1 – 25, 2 – 0.39 мас. %. б. олова (Sn I 317.50 нм): 1 – 25, 2 – 1.56, 3 – 0.39 мас. %.

Для объяснения полученных данных исследована закономерность изменения интенсивностей линий примесей в зависимости от содержания висмута в изучаемой системе (рис. 2) и отмечено, что варьирование аналитического сигнала находится в соответствии с наблюдаемым смещением градуировочных зависимостей при определении элементов в присутствии различных количеств матричного компонента. Установлено также, что изменение величины аналитического сигнала имеет нелинейный характер и сопровождается образованием максимумов как для атомных, так и ионных линий.

Для объяснения полученных данных исследован характер изменения температуры плазмы дугового разряда, являющейся одним из основных параметров, ответственных за формирование интенсивности аналитических линий. Известно, что строгое ее установление связано со сложными и трудоемкими исследованиями и расчетами. Между тем, литературные данные показывают, что усредненная величина температуры плазмы может быть оценена косвенно по разности потенциалов между электродами [6-8]. Данный способ использован нами для косвенной оценки температуры при изучении ряда закономерностей, обусловленных температурным фактором. Следует отметить, что полученные данные о величине температуры разряда являются усредненными как за период поступления вещества, так и по объему светящегося облака. Использование указанного подхода, на наш взгляд, является право-

мерным и достаточно эффективным, так как в данном случае интерес представляет не установление абсолютной температуры разряда, а выявление возможного изменения усредненной величины этого параметра при вариации состава пробы. Сравнение характера формирования величины аналитических сигналов от примесных элементов показывает, что при содержании в пробе матричного компонента в интервале от 0.4 до 5-6 мас. % наблюдается одновременное возрастание интенсивности как атомных, так и ионных линий, что невозможно объяснить влиянием матрицы на температуру плазмы. Как видно из рис. 2, для указанного диапазона концентраций матрицы наблюдается увеличение напряжения между электродами (42-50 В), и следовательно, возрастание жесткости плазмы до величин, характерных для температурного разряда чистой графитовой дуги и неблагоприятных для возбуждения атомных линий [8].

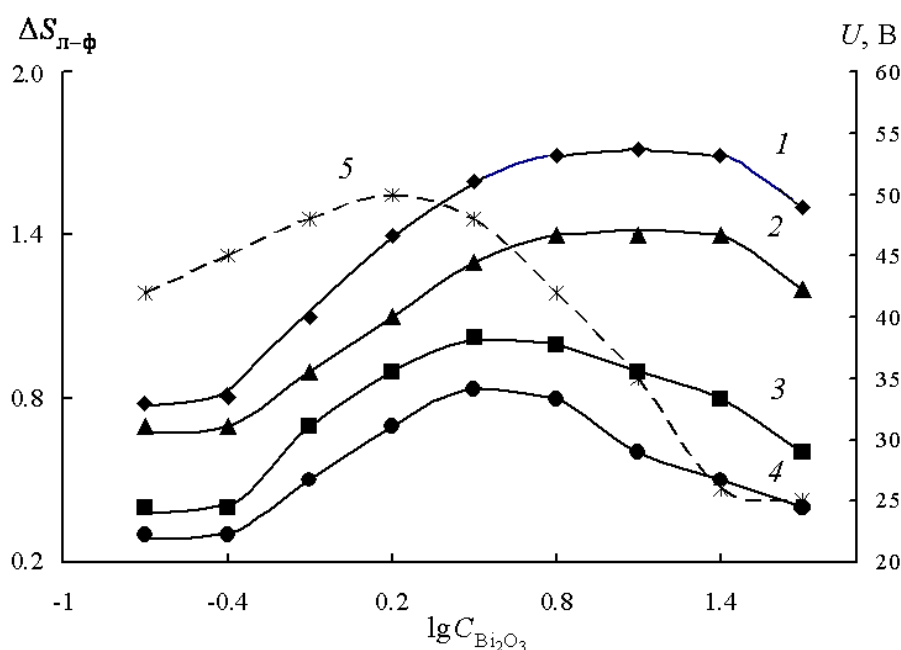


Рис. 2. Зависимости $\Delta S_{\text{л-ф}}$ элементов (1–4) и напряжения между электродами (5) от содержания оксида висмута: 1 – V I 318.54 нм, 2 – Sn I 317.50 нм, 3 – V II 310.23 нм, 4 – Mn II 260.57 нм.

В этом случае эффект одновременного возрастания интенсивностей как атомных, так и ионных линий может быть объяснен изменением условий массопереноса паров примесных элементов, оказывающего существенное влияние на интенсивность линий. Так в [8, 9] показано, что пары анализируемого вещества выходят из электрода в виде тонких струй со скоростью нескольких м/с. В обычных условиях эффект струйности, то есть отношение скорости истечения паров из электрода к скорости их диффузионного распределения развит недостаточно, и коэффициент их использования (γ) меньше 1. При увеличении струйности течения он может меняться на 1-2 порядка, что должно приводить к соответствующему изменению интенсивности линий. При этом скорость переноса паров определяется не только скоростью испарения самого элемента, но и общей скоростью потока газов из кратера

электродов. Согласно этому, при небольших содержаниях матрицы в исследуемых системах повышению струйности и, следовательно, увеличению интенсивности линий способствует увеличение потока газов с поверхности коллектора (порошкового графита) и графитовых электродов вследствие десорбции газов. Полученные нами сведения по увеличению жесткости плазмы согласуются с данными работы [3], в которой возрастание температуры разряда при увеличении давления газа (аргона) объясняется возможным образованием струй плазмы.

При увеличении содержания матрицы в изучаемой системе свыше 5-6 мас. % имеет место снижение напряжения в межэлектродном промежутке и, следовательно, температуры газового облака, до значений, близких к оптимальной для атомных линий и неблагоприятной для ионных, что и сопровождается ослаблением последних [5, 8]. Содержание матричного компонента (до 40-50 мас. %) приводит к возрастанию количества его паров в столбе дугового разряда и способствует ускорению выноса атомов из газового облака, что приводит к снижению интенсивности линий примесных элементов.

Для выявления других факторов, ответственных за воздействие матрицы, проведено исследование влияния фонового излучения со стороны ее линейчатого спектра. Установлено, что характеристическое излучение на длинах волн аналитических линий никеля 305.08 и хрома 302.16 нм испытывает существенное влияние от расположенных рядом интенсивных линий соответственно $\text{Bi I } 306.77$ и $\text{Bi I } 302.46$ нм (рис. 3). В связи с этим, уровень сплошного фона при регистрации отмеченных аналитических линий с увеличением количества матрицы непрерывно возрастает, что и приводит к уменьшению их интенсивности.

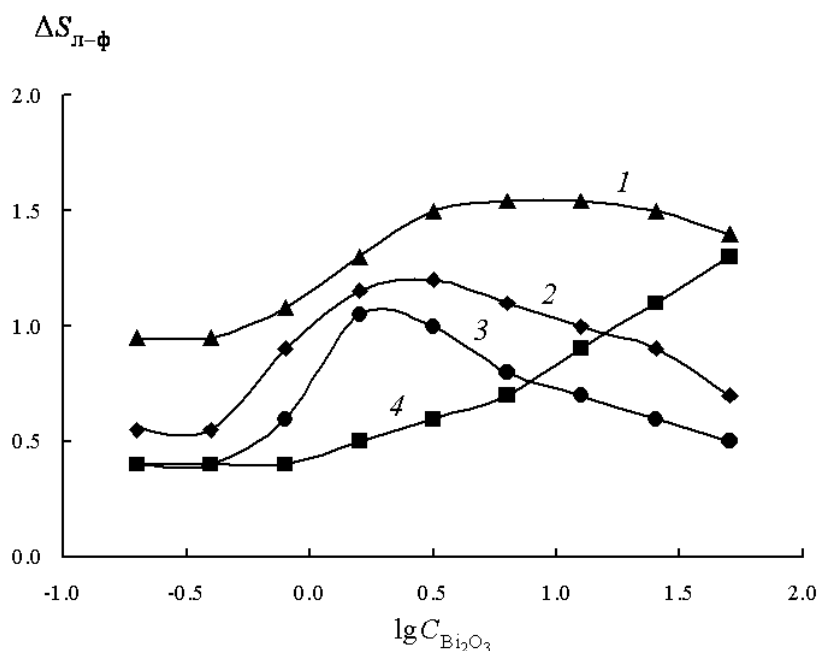


Рис. 3. Зависимости $\Delta S_{\text{л-ф}}$ элементов (1 – Ni I 310.19 нм, 2 – Ni I 305.76 нм, 3 – Cr I 302.16 нм) 4 – величина почернения фона ($S_{\text{ф}}$) в спектральном интервале аналитической линии Ni I 305.76 нм от содержания оксида висмута

Заключение. Изучено влияние варьируемых содержаний висмута на интенсивность линий примесей при их определении в бинарной аналитической системе оксид висмута – графит порошковый. Установлено, что вопрос о связи концентрации определяемого элемента и интенсивности его спектральных линий в зависимости от содержания матрицы в исследуемой системе является достаточно сложным. Полученные данные свидетельствуют, что устранение в различии содержания матрицы в образцах сравнения и анализируемых образцах является необходимым условием обеспечения правильности анализа. Знание же установленных закономерностей матричного влияния позволяет провести целенаправленный поиск способов его устранения.

Список литературы

1. Грибов Б.Г. Критически важные материалы электронной техники // Тез. докл. XII конф. “Высокочистые вещества и материалы: получение, анализ, применение” (31 мая – 3 июня 2004 г). Нижний Новгород: Изд. Николаев Ю.Н., 2004. С. 4-6.
2. Денисов В.М., Белоусова Н.В., Моисеев Г.К., Бахвалов С.Г. Висмутсодержащие материалы: строение и физико-химические свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 526 с.
3. Жеенбаев Ж., Меренкова Л.К., Половиков А.И., Энгельшт В.С. Сб. Прикладная спектроскопия. М.: Наука, 1969. С. 196-197.
4. Зайдель А.Н., Прокофьев В.К., Райский С.М., Славный В.А., Шрейдер Е.Я. Таблицы спектральных линий. М.: Наука, 1960. 784 с.
5. Орешенкова Е.Г. Спектральный анализ. М.: Высшая школа, 1982. С. 78.
6. Петров А.А., Пушкарева Е.А. Корреляционный спектральный анализ веществ. Анализ конденсированной фазы. СПб.: Химия, 1993. С. 76.
7. Русанов А.К. Основы количественного спектрального анализа руд и минералов. М.: Недра, 1971. С. 36-37.
8. Спектральный анализ чистых веществ / Под.ред. Х.И. Зильберштейна. СПб: Химия, 1971. С. 106-109; 113.
9. Финкельбург В., Меккер Г. Электрические дуги и термическая плазма. М.: Иностранная литература, 1961. С. 70.
10. Шелпакова И.Р., Цыганкова А.Р., Сапрыкин А.И. Определение примесного состава висмута и его соединений // Методы и объекты химического анализа. 2007. Т. 2. №2. С. 117-129.
11. Юхин Ю.М., Михайлов Ю.И. Химия висмутовых соединений и материалов. Новосибирск: СО РАН, 2001. 360 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ ДИОКСИДА ЦЕРИЯ ИЗ ВОДНЫХ ЗОЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИОНООБМЕННЫМ МЕТОДОМ

Бовина Е.А.

научный сотрудник, АО Государственный институт редких металлов,
Россия, г. Москва

Клочихина А.В.

научный сотрудник, АО Государственный институт редких металлов,
Россия, г. Москва

Чибирова Ф.Х.

заведующая лабораторией, канд. физ.-мат. наук,
АО Государственный институт редких металлов, Россия, г. Москва

Тарасова Д.В.

старший научный сотрудник, канд. хим. наук,
АО Государственный институт редких металлов, Россия, г. Москва

Из гидрозолей CeO_2 , полученных ионообменным методом, сформированы методом PAND (polymer assisted nanoparticles deposition) на биаксиально текстурированной ленте-подложке из сплава Ni-5%W эпитаксиальные затравочные слои CeO_2 буфера токонесущего элемента ВТСП-2 (высокотемпературный сверхпроводящий материал 2-го поколения) провода. Методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) и рентгенофазового анализа (РФА) исследована зависимость морфологии эпитаксиального слоя CeO_2 на подложке Ni-5%W от толщины слоя $h = 10, 20, 30$ нм, а также исследовано формирование эпитаксиального слоя CeO_2 толщиной 10 нм в процессе поэтапного отжига. Обнаружена зависимость морфологии слоя CeO_2 от толщины, а также температурная зависимость морфологии слоя CeO_2 , характерная для островкового типа роста эпитаксиального слоя. Установлено, что островковый эпитаксиальный слой CeO_2 толщиной 10 нм формируется на подложке Ni-5%W при температуре 900°C .

Ключевые слова: эпитаксиальный затравочный слой CeO_2 , лента-подложка Ni-5%W, водный золь, ионообменный метод.

Эпитаксиальный слой CeO_2 является затравочным слоем буфера токонесущего элемента ВТСП-2 провода [1, 3, 5]. Назначение буфера заключается в транслировании остроты текстуры ленты-подложки Ni-5%W сверхпроводящему слою $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (YBCO), а также в предотвращении взаимопроникновения материалов подложки и сверхпроводящего слоя. Транслирование текстуры подложки Ni-5%W начинается с затравочного слоя буфера.

Подложка Ni-5%W при температурах $800-1100^\circ\text{C}$, необходимых для формирования оксидных буферных слоёв, окисляется и в приповерхностном слое образуются оксиды никеля и вольфрама $\text{NiO}(111)$, $\text{NiWO}_4(110)$, $\text{WO}_x(111)$, в результате чего поверхность подложки теряет текстуру, что препятствует формированию эпитаксиальных буферных слоев. Поэтому эпи-

таксиальный отжиг оксидных буферных слоев проводится в восстановительной атмосфере газовой смеси $\text{Ar}+5\%\text{H}_2$.

При построении архитектуры буфера эпитаксиальные затравочные, буферные и верхушечные слои подбираются так, чтобы наилучшим образом передать и улучшить остроту текстуры подложки $\text{Ni-5\%W}$ сверхпроводящему слою YBCO .

В настоящей работе методами АСМ и рентгенофазового анализа (РФА) исследована зависимость морфологии слоев CeO_2 на подложке $\text{Ni-5\%W}$ от толщины h нанесенного слоя CeO_2 . Также методом АСМ была исследована температурная зависимость морфологии слоя CeO_2 толщиной 10 нм на подложке $\text{Ni-5\%W}$.

Экспериментальная часть.

Для проведения экспериментов был приготовлен методом ионного обмена водный золь CeO_2 концентрации 0.005 моль/л [2]. Исходные вещества: соль $\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ч, отмытая анионообменная смола АВ-17-8 в OH^- форме, термочувствительный полимер поливинилкапролактан (ПВКЛ). Количество ПВКЛ в растворе рассчитывали из соотношения сухих веществ в граммах: $\text{ПВКЛ} / \text{CeO}_2 = 0.08$.

В процессе созревания золь CeO_2 изменил розовый оттенок ($\text{pH} = 8.8$), характерный для ионов Ce^{3+} , и приобрёл желтоватый оттенок, характерный для ионов Ce^{4+} , ($\text{pH} = 6.6$), т.е. для золя готового к нанесению прекурсорного слоя на подложку $\text{Ni-5\%W}$. Степень обмена (α) хлорид-ионов (Cl^-) в приготовленном золе $\alpha = 0.99$.

pH среды в золях определяли с помощью pH -метра Sartorius Professional Meter PP-20 с комбинированным стеклянным электродом pH/ATC . Степень обмена хлорид -ионов Cl^- (α) определяли нефелометрически на приборе ЭКОТЕСТ 2020 ($\lambda = 470$ нм) с использованием нитрата серебра, после чего рассчитывали:

$$\alpha = 1 - (C_{\text{эксн}} / C_{\text{исх}})$$

где $C_{\text{исх}}$ [мг/мл] – концентрация хлорид-ионов в исходном растворе, $C_{\text{эксн}}$ [мг/мл] – концентрация хлорид -ионов в золе.

Среднестатистическое распределение частиц CeO_2 в золе по диаметру оценивали с помощью прибора Nanotrac (США). АСМ исследования проводили на атомном силовом микроскопе ФемтоСкан. Рентгенофазовый анализ проводили с помощью модифицированного прибора Дрон-3.

Перед нанесением золя CeO_2 подложка $\text{Ni-5\%W}$ последовательно отмывалась в ацетоне и спирте. Для нанесения прекурсорных слоев CeO_2 на подложку $\text{Ni-5\%W}$ использовался герметичный бокс с аргоновой атмосферой и специальным устройством с электронными весами и кюветой с хорошо смачивающимися стенками.

Золи наносили в количествах, достаточных для формирования эпитаксиальных слоев CeO_2 толщиной $h = 10, 20$ и 30 нм.

Образцы прекурсорных слоев CeO_2 сушили в течение 1 часа при 150°C в сушильном шкафу на воздухе. Полученные прекурсорные слои CeO_2 исследовали методом АСМ.

После АСМ исследования слои CeO_2 толщиной 10, 20, 30 нм отожгли в восстановительной атмосфере $\text{Ar}+5\%\text{H}_2$ при температуре 850°C в течение 30 минут, скорость подъема температуры $150^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Полученные слои CeO_2 толщиной 10, 20, 30 нм на подложках $\text{Ni-5\%W}$ исследовали методом АСМ и методом рентгенофазового анализа (РФА).

Для экспериментов по температурной зависимости морфологии слоев CeO_2 на подложках $\text{Ni-5\%W}$ были приготовлены три образца со слоем CeO_2 толщиной 10 нм.

Поэтапный эпитаксиальный отжиг проводили следующим образом. Первый образец слоя CeO_2 толщиной 10 нм на подложке $\text{Ni-5\%W}$ нагрели в атмосфере $\text{Ar}+5\%\text{H}_2$ до температуры 500°C со скоростью подъема температуры $150^\circ\text{C}/\text{мин}$ и сразу закалили, дав образцу остыть до комнатной температуры. Второй образец слоя CeO_2 толщиной 10 нм на подложке $\text{Ni-5\%W}$ нагрели в атмосфере $\text{Ar}+5\%\text{H}_2$ до температуры 700°C и также сразу закалили. Третий образец слоя CeO_2 толщиной 10 нм на подложке $\text{Ni-5\%W}$ нагрели в атмосфере $\text{Ar}+5\%\text{H}_2$ до температуры 900°C и отжигали в течение 30 минут, а затем остудили до комнатной температуры. Каждый из трех образцов исследовали методами АСМ и РФА.

Результаты и обсуждение.

Гистограмма распределения по размеру частиц в золе CeO_2 представлена на рисунке 1.

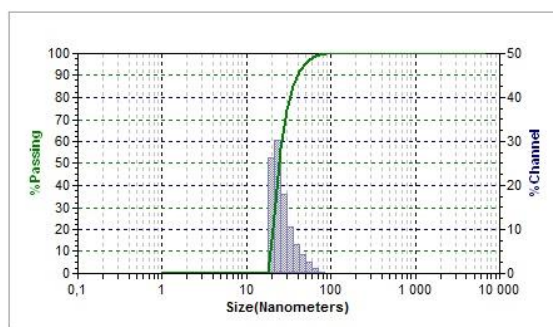


Рис. 1. Гистограмма распределения по размеру частиц золя CeO_2 концентрации 0.005 моль/л; $\text{pH} = 6.6$; $d = 24.5$ нм.

Полученное распределение показало, что большее количество наночастиц CeO_2 имеет диаметр (d) = 24.5 нм.

Так как ранее методами турбодиметрии, расчетом по краю полосы поглощения УФ- спектров и методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) в работах [2, 6] было показано, что размер частиц CeO_2 составляет 3 – 8 нм, можно сделать вывод, что в используемом золе CeO_2 начался процесс агрегирования.

На рисунках 2 а, б, в представлены АСМ изображения площадок $\times 2 \text{ мкм}^2$ на поверхности прекурсорных слоев CeO_2 с расчётной толщиной $h = 10, 20$ и 30 нм, соответственно.

В таблице 1 представлены полученные значения среднеквадратичной (R_q) и среднеарифметической (R_a) шероховатости, толщины слоя h и размера зерна L в прекурсорном слое CeO_2 . Как видно из данных таблицы 1, по мере увеличения рассчитанной толщины слоя h , шероховатость R_q прекурсорного слоя CeO_2 уменьшается от $R_q = 7,4$ нм для прекурсорного слоя CeO_2 толщиной 10 нм (рис. 2 а) до $R_q = 6,2$ нм для прекурсорного слоя CeO_2 толщиной 20 нм (рис. 2 б), и до 5,3 нм для прекурсорного слоя CeO_2 толщиной 30 нм (рис. 2 в).

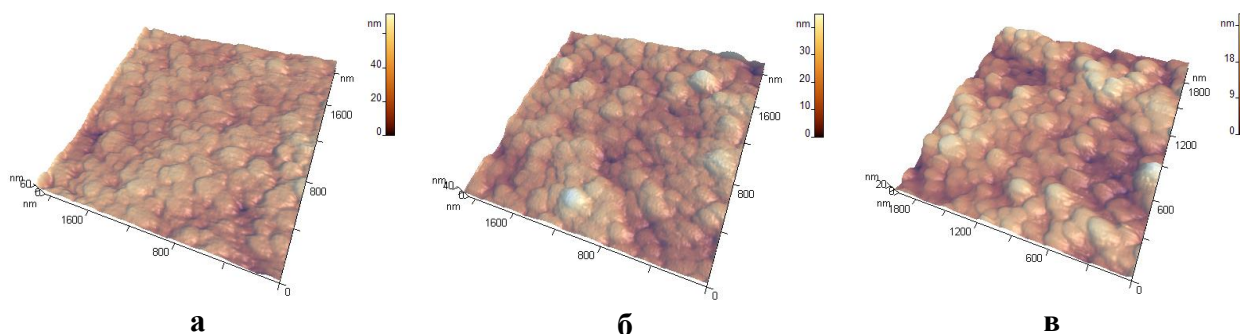


Рис. 2. АСМ изображения площадок $2 \times 2 \text{ мкм}^2$ поверхностей прекурсорных слоев CeO_2 толщиной: а – 10 нм, б – 20 нм, в – 30 нм.

Такое изменение шероховатости R_q можно объяснить застраиванием поверхности подложки $\text{Ni-5\%W}$ новыми наночастицами CeO_2 , принимающими ориентацию подложки (200). При этом размер зерна L в прекурсорных слоях CeO_2 существенно не меняется с толщиной слоя.

На рисунках 3 а, б, в представлены АСМ изображения площадок $2 \times 2 \text{ мкм}^2$ поверхностей прекурсорных слоев CeO_2 с разной расчетной толщиной после отжига при температуре 850°C .

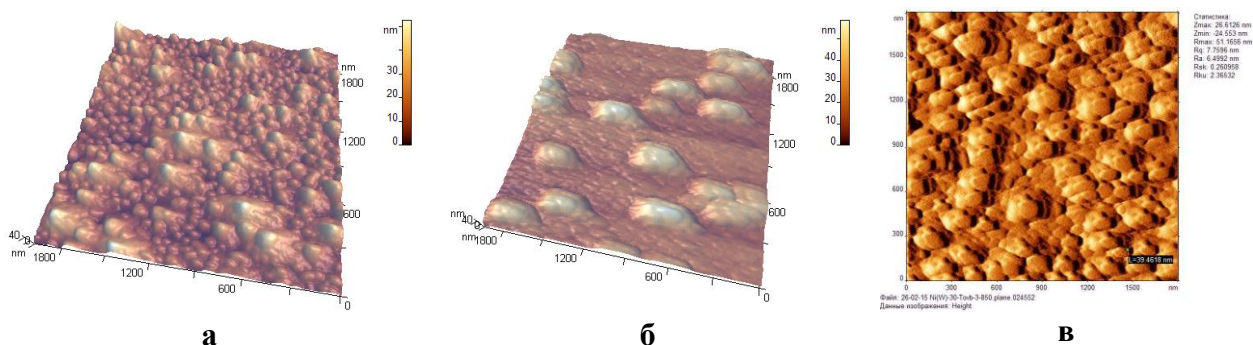


Рис. 3. АСМ изображения поверхностей плёнок CeO_2 в масштабе $2 \times 2 \text{ мкм}^2$ после отжига в атмосфере $\text{Ar}+5\%\text{H}_2$ (скорость расхода газовой смеси 10 л/час) при температуре 850°C в течение 30 минут, скорость подъёма температуры $150^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Расчётная толщина плёнок: а – 10 нм, б – 20 нм, в – 30 нм.

При сравнении АСМ изображений прекурсорных слоев CeO_2 (рис. 2 а) и эпитаксиальный слоев CeO_2 толщиной 10 нм (рис. 3а) видно, что они различаются: после отжига при 850°C в эпитаксиальном слое образовались остроконечные конусы, что соответствует эпитаксиальному росту слоя островкового типа.

В эпитаксиальном слое CeO_2 толщиной 20 нм (рисунок 3б) наблюдается существенное (почти в 5 раз) увеличение размера островков за счет объединения соседних зерен, что также соответствует эпитаксиальному росту слоя CeO_2 островкового типа.

В эпитаксиальном слое CeO_2 толщиной 30 нм (рисунок 3в) большие островки начали образовывать достаточно плотные цепочки островков.

В таблице 1 представлены полученные значения среднеквадратичной (R_q) и среднеарифметической (R_a) шероховатости, толщины слоя h и размера зерна L в эпитаксиальном слое CeO_2 разной толщины.

Как видно из данных таблицы 1, во всех трёх случаях после эпитаксиального отжига шероховатость R_q увеличилась: в образце (а) R_q увеличилась незначительно на 0.6 нм; в образце (б) R_q увеличилась на 3.3 нм; в образце (в) R_q увеличилась на 4.0 нм.

Таблица 1

Среднеквадратичная R_q и среднеарифметическая R_a шероховатости, толщина слоя h и размер зерна L прекурсорных и эпитаксиальных слоев CeO_2 на подложке Ni-W5%

h слоя CeO_2 , нм	Термообработка							
	150°C, 1 час				850°C, 30 мин			
	R_q , м	R_a , нм	h, нм	L, нм	R_q , нм	R_a , нм	h, нм	L, нм
10	7,4	5,9	-	88,5	7,6	5,9	-	-
20	6,2	5,0	-	74,6	9,5	7,4	26,5	-
30	5,3	4,3	-	96,0	9,3	7,0	27,7	-

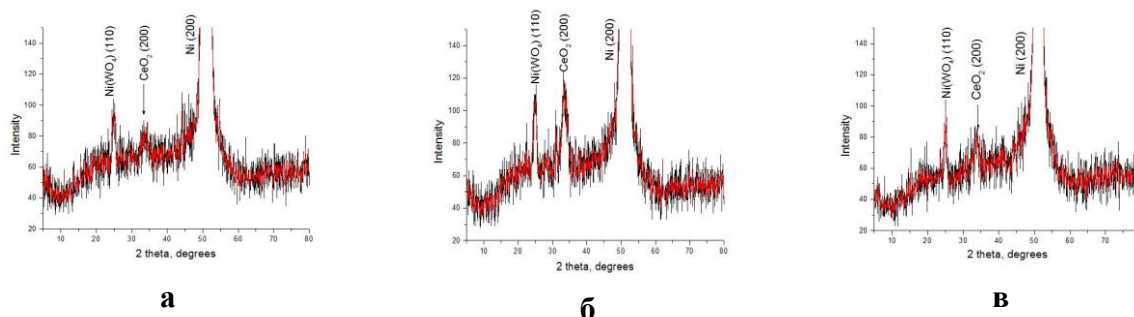


Рис. 4. Дифрактограммы эпитаксиальных слоев CeO_2 на подложке Ni-W5% (200), отожженных при 850°C в течение 30 минут: **а** – толщина слоя CeO_2 $h = 10$ нм, **б** – толщина слоя CeO_2 $h = 20$ нм, **в** – толщина слоя CeO_2 $h = 30$ нм.

РФА анализ эпитаксиальных слоев CeO_2 на подложке Ni-5%W (рисунок 4) подтверждает одноосность эпитаксиальных слоев фазы CeO_2 с индексами Миллера $hkl = 200$ и рефлексами в области угла $2\theta \sim 33^\circ$. Наблюдаемый рефлекс в области угла $2\theta \sim 25^\circ$ принадлежит подложке Ni-5%W и относится к фазе пассивирующего слоя вольфрамата никеля NiWO_4 (110), который ограничивает бесконтрольный рост фаз оксида никеля.

Полученные результаты АСМ и РФА исследований прекурсора затравочного слоя CeO_2 (10 нм.) после каждого этапа поэтапного (с интервалом 200°) эпитаксиального отжига (рисунок 5) выявили реальный процесс фор-

мирования эпитаксиального затравочного слоя CeO_2 , т.е. процесс островкового роста эпитаксиальной пленки CeO_2 .

Так, после нагрева до 500°C на АСМ изображениях видны отдельные кластеры наночастиц CeO_2 , которые перестраиваются в ровные ряды (в соответствии с ориентацией никеля в подложке) из наночастиц CeO_2 , при этом среднеарифметическая шероховатость поверхности R_a уменьшается с 5,9 нм (таблица 1) до 3,4 нм (таблица 2). Кластеры, как бы «растекаются» по поверхности ориентированной Ni-5%W подложки.

После нагрева до 700°C вновь наблюдаемая АСМ картина меняется – начинается зародышеобразование и формирование из близлежащих наночастиц островков будущей эпитаксиальной пленки. Об этом говорит наблюдаемая форма зерен – это розетка с центральным зародышем и ободком, который формируется из близлежащих наночастиц. Шероховатость увеличивается незначительно $R_a=3,6$ нм, а размер зерна увеличивается с $L = 88,5$ нм после сушки до $L = 116,4$ нм (таблица 2).

Таблица 2

Среднеквадратичная R_q и среднеарифметическая R_a шероховатости, толщина слоя h и размер зерна L прекурсорных слоев CeO_2 на подложке Ni-W5% после поэтапного эпитаксиального отжига

Температура отжига, $^\circ\text{C}$	Время отжига, мин	R_q , нм	R_a , нм	h , нм	L , нм
500	0	4,4	3,4	-	-
700	0	4,7	3,6	-	116,4
900	30	4,0	3,5	10	-

Наконец, после 30-ти минутного отжига при 900°C на АСМ картинке видны высокие (более 10 нм в высоту) ориентированные монокристаллы-островки тонкой эпитаксиальной пленки CeO_2 .

Этот вывод подтверждается РФА исследованиями поэтапного (с интервалом 200°) эпитаксиального отжига. Дифрактограммы образцов, полученных на разных этапах отжига, приведены на рисунке 5. Два дифракционных пика в области углов 2θ 33.2 и 69.7, которые соответствуют ориентации (200) и (400) кубической структуры CeO_2 JCPDS [75-76], четко видны на дифрактограмме образца после эпитаксиального отжига при 900°C . На дифрактограммах образца эпитаксиальной пленки CeO_2 после нагрева до 500°C и 700°C эти пики отсутствуют.

Островковый характер роста эпитаксиальных пленок CeO_2 хорошо известен [4]. Именно это свойство эпитаксиальных пленок CeO_2 делает их такими хорошими затравочными слоями для роста других эпитаксиальных пленок с послойным характером эпитаксиального роста.

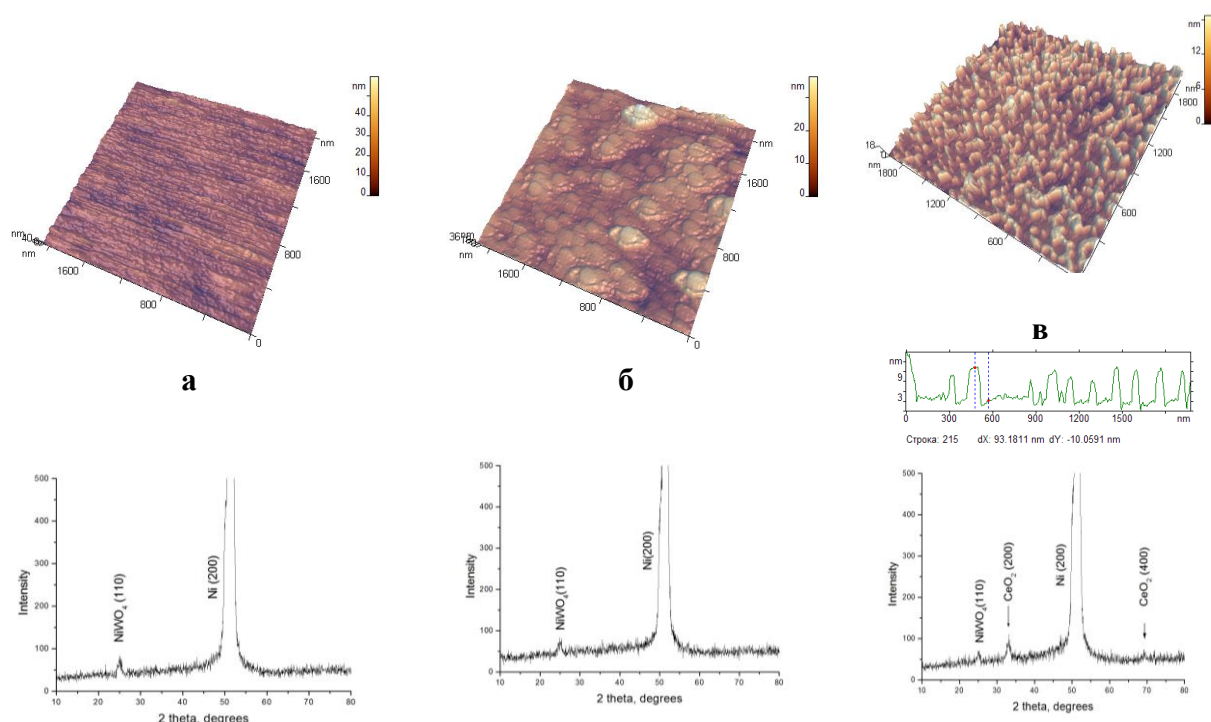


Рис. 5. АСМ и РФА исследования прекурсора затравочного слоя CeO_2 после каждого этапа поэтапного (с интервалом 200°) эпитаксиального отжига

Закключение.

Исследовано формирование методом PAND на подложке Ni-5%W эпитаксиальных затравочных слоев CeO_2 из гидрозолей CeO_2 , полученных ионообменным методом. Методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) и рентгенофазового анализа (РФА) исследована зависимость морфологии эпитаксиального слоя CeO_2 от толщины слоя $h = 10, 20, 30$ нм, а также исследовано формирование эпитаксиального слоя CeO_2 толщиной 10 нм в процессе поэтапного эпитаксиального отжига. Обнаружена зависимость морфологии слоя CeO_2 от толщины, а также температурная зависимость морфологии слоя CeO_2 , характерная для островкового типа роста эпитаксиального слоя. Установлено, что островковый эпитаксиальный слой CeO_2 толщиной 10 нм формируется на подложке Ni-5%W при температуре 900°C .

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Соглашение о предоставлении субсидии № 14.576.21.0025 от 27 июня 2014 г., RFMEFI57614X0025).

Список литературы

1. Molina- Luna L., Egoavil R., Turner S., Thersleff T., Verbeeck J., Holzapfel B., Eibl O. and Van Tendeloo G. Interlayer structure in YBCO- coated conductors prepared by chemical solution deposition // Superconductor Science and Technology. 2013, V. 26, 075016 (doi: 10.1088/0953-2048/26/7/075016).
2. Тарасова Д.В., Бовина Е.А., Сергеев А.М., Сoderжинова М.М., Дулина Р.С., Чибирова Ф.Х. Синтез золь диоксида церия ионообменным методом // Коллоидный журнал. 2007. Т. 69. № 2. С. 251-255.
3. Токонесущие ленты второго поколения на основе высокотемпературных сверхпроводников / Под ред. Гоял А. М.: Изд-во ЛКИ, 2009. С. 253, 352, 353.
4. Van de Velde N., van de Vyver D., Brunkahl O., Hoste S., Bruneel E., van Driessche I. CeO_2 buffer layers for HTSC by an aqueous sol-gel method e chemistry and microstructure // European Journal of Inorganic Chemistry. 2010. V. 2010. P. 233-241.

5. Wu L., Zhu Y., Solovyov V.F., Wiesmann H.J., Moodenbaugh A.R., Sabatini R.L., and Suenaga M. Nucleation and growth of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ on SrTiO_3 and CeO_2 by a BaF_2 postdeposition reaction process // Materials Research Society. 2001. V. 16. No. 10. P. 2868-2884.

6. Zhang F., Jin Q., Chan S.- W. Ceria nanoparticles: Size, size distribution, and shape // Journal of Applied Physics. 2004. V. 95. No. 8. P. 4319 – 4326.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕФТЕЕМКОСТИ ТОРФЯНЫХ СОРБЕНТОВ

Бурмистрова Т.И.

старший научный сотрудник, канд. хим. наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «СибНИИСХиТ»,
Россия, г. Томск

Алексеева Т.П.

старший научный сотрудник, канд. химич. наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «СибНИИСХиТ», Россия, г. Томск

Трунова Н.М.

старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «СибНИИСХиТ», Россия, г. Томск

Исследована нефтеемкость сорбентов, полученных из торфов разного вида и степени разложения. Определена степень деструкции нефти в объеме сорбента и показатели загрязнения воды органическими веществами после удаления нефтенасыщенного сорбента с водной поверхности.

Ключевые слова: торф, сорбент, деструкция нефти, нефтеемкость.

Одним из актуальных вопросов природоохранного характера в районах нефтедобычи является предотвращение и ликвидация загрязнения водной поверхности нефтью. В условиях Севера острота его возрастает в связи с низким самоочистительным потенциалом вод. В настоящее время одним из наиболее перспективных технических решений удаления нефти и продуктов ее переработки с водной поверхности и почвы является использование сорбционных технологий, предусматривающих применение специальных нефтепоглощающих материалов, одним из которых может быть торф, характеризующийся параметрами, определяющими качество сорбента – емкостью по отношению к нефти, плавучестью после сорбции нефти, способностью долго удерживать нефть в связанном состоянии, экологической безопасностью его применения.

Цель настоящей работы – выбор торфа для приготовления высокоэффективных сорбентов. Для решения поставленной цели проводились исследования по определению зависимости сорбционной способности торфа от его вида и степени разложения, определение возможности естественной деструкции нефти, сорбированной торфом с водной поверхности, определение зависимости этих свойств от способов подготовки торфа, определение степе-

ни загрязненности воды нефтепродуктами при использовании торфяных сорбентов. Объектами исследования являлись торфяные сорбенты, приготовленные из торфа разного вида и типа в воздушно-сухом состоянии и термически модифицированные до 250°C по методике [1].

Решение поставленных задач проводили путем создания различных модельных экосистем (МЭ). Опыты с рассматриваемыми модельными экосистемами проводили в химических стаканах емкостью 250 мл, в которые наливали 200 мл воды и моделировали нефтяной разлив добавлением на водную поверхность 3 мл товарной нефти с последующим нанесением сорбента на нефтяную поверхность. Стаканы закрывали чашками Петри и оставляли при 23° С в вытяжном шкафу. По истечении 2-х и 4-х месяцев проводили отбор нефтезагрязненного сорбента и определяли остаточное содержание нефти в сорбенте по РД 39-0147098-015-90 [2]. Расчет степени деструкции нефти за определенный период проводили с учетом испарения легких фракций нефти. Воду, оставшуюся после извлечения нефтенасыщенного сорбента, анализировали на содержание нефтепродуктов в воде, экстрагируя их гексаном с последующим измерением их концентрации флуориметрическим методом на анализаторе «Флюорат-02» по методике [3]. Нефтеемкость исследуемых образцов торфяных сорбентов определяли весовым методом [4].

Исследование нефтепоглощения различных видов торфа показало, что наибольшей сорбционной способностью по отношению к нефти обладает верховой низкой степени разложения (5-10%) фускум-торф моховой группы с губчатой структурой. Величина нефтепоглощения для этого торфа в воздушно-сухом состоянии составляет 10,5 г/г. Для другого вида верхового торфа такой же степени разложения (5%) – комплексного верхового, обладающего губчато – волокнистой структурой этот показатель ниже и составляет 2,64 г/г. При переходе к другим видам торфа со средней степенью разложения (25-35%), которым присуща мелкозернистая структура этот показатель уменьшается до 1,4 и 1,22 г/г (табл. 1).

Таблица 1

Сорбционные свойства различных видов и типов торфа

Образец	Степень разложения,%	Нефтеемкость, г нефти/г сорбента	Зольность, %
Верховой фускум торф			
ВСТ	5-10	10,50	1,4
Комплексный верховой торф			
ВСТ	5	2,64	2,1
ТОТ		2,59	4,3
Верховой пушицево-сфагновый торф			
ВСТ	25	1,41	1,9
ТОТ		1,50	2,5
Низинный осоковый торф			
ВСТ	25	1,22	4,2
ТОТ		1,61	5,7

ВСТ – воздушно-сухой торф; ТОТ – термообработанный торф

Термическая модификация сорбентов не приводит к изменению сорбционной емкости – нефтеемкость сорбентов в воздушно – сухом и термообработанном (при 250° С) состоянии для рассматриваемых торфов практически одинакова, что свидетельствует о том, что структура сорбентов при термообработке сохраняется.

В местах, недоступных для удаления с водной поверхности насыщенного нефтью торфяного сорбента важным является его подготовка для сохранения микрофлоры, участвующей в деструкции нефти. С этой целью, в условиях модельных экосистем проведено определение степени деструкции нефти, сорбированной в объеме сорбента за 2 и 4 месяца с учетом испарения легких фракций, содержание которых составило 26%. Показано, что из всех исследованных образцов более высокие показатели получены для сорбента на основе комплексного верхового торфа низкой степени разложения (5-10%) в воздушно-сухом состоянии (табл. 2). Та же закономерность отмечена и для других рассматриваемых сорбентов – степень деструкции нефти выше у сорбентов в воздушно-сухом состоянии. С целью сохранения биологической активности торфа и ускорения процесса гидрофобизации сушку торфа возможно проводить при температуре не выше 100° С.

Таблица 2

Влияние природы торфа и термической обработки на степень деструкции нефти и загрязнение воды продуктами деструкции

Образец	Степень деструкции нефти, %		Содержание органического вещества в воде, мг/дм ³ через 2 месяца	
	2 месяца	4 месяца	вода+сорбент+нефть	вода+сорбент
Комплексный верховой торф				
ВСТ	18,9	39,8	1,50	0,061
ТОТ	13,4	-	0,95	-
Верховой пушицево-сфагновый торф				
ВСТ	11,8	14,7	6,10	0,112
ТОТ	8,5	-	5,50	-
Низинный осоковый торф				
ВСТ	14,9	24,0	6,03	0,061
ТОТ	10,8	-	2,57	-

Отрицательным экологическим фактором является возможность загрязнения воды продуктами деструкции нефти. Проведенный анализ наличия содержания в воде нефтяных углеводородов в исследованных модельных экосистемах, свидетельствует о незначительном загрязнении водной среды. Минимальное загрязнение воды (спустя 2 месяца) отмечено в случае использования в качестве сорбента комплексного верхового торфа в воздушно-сухом состоянии (см. табл. 2). Для остальных сорбентов получены более высокие показатели. Степень загрязнения воды органическими веществами при нанесении на водную поверхность только торфяного сорбента (без нефти) не превышает 0,1 мг/дм³.

Список литературы

1. Тарновская Л.И. Закономерности изменения группового состава торфа в процессе термолиза: дис. канд. техн. наук. – Томск, 1985. – 199 с.

2. РД 39-0147098-015-90. Инструкция по контролю за состоянием почв на объектах Миннефтепрома.
3. ПНДФ 14.1:2:4.128-98. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробе природных, питьевых, сточных вод флюорометрическим методом на анализаторе жидкости «Флоарат-02» (М 01-05-2012). – 2012. – 25 с.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. Изд. 2-е, перераб. И доп. М., «Химия», 1976.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Новоселова Е.Ф.

ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный университет экономики и управления – «НИНХ», Россия, г. Новосибирск

В статье рассматриваются основные методы изучения металлов и сплавов, а также способы изучения структуры материалов.

Ключевые слова: химия, материаловедение, сплавы, методы изучения сплавов.

Введение

Материаловедение основывается преимущественно на экспериментальных методах изучения сплавов, поэтому особенную значимость имеет аргументированный и оптимальный подбор методов и техник с целью изучения металлов и сплавов, с задачей определения связи структурных и научно-технических характеристик и получения необходимых качеств. В наше время число используемых способов изучения материалов регулярно возрастает и их сложность увеличивается.

В данной работе поставлена цель изучения современных методов исследования материалов.

Методы изучения металлов и сплавов

Для определения химического состава используются методы качественного анализа. Выбор метода зависит от необходимой точности измерения.

В случае, не требующем большой точности, применяется спектральный анализ. При помощи спектрального анализа можно определить химический состав вещества на основе способностей испускания и поглощения света образцом.

Более точным в определении состава вещества является метод рентгеноспектрального анализа, основанный на определении длины волны рентгеновских лучей, так как любой химический элемент характеризуется особенным рентгеновским спектром.

Изучение структуры

Для исследования структуры материала традиционно применяют методы макро- и микроанализа для изучения соответственно макро- и микроструктуры металлов, а также тонкой структуры материалов. Большая часть методов анализа структуры с помощью приборов базируются на взаимодействии с объектом электромагнитного излучения заранее известной длины

волны: световых волн, видимого спектра, рентгеновского излучения, излучения электронов или нейтронов. Чем меньше толщина объекта исследования, тем более коротковолновое излучение применяется для выявления особенностей структуры материала. Длина волны характеризует разрешающую способность измерительного прибора – минимальный размер, различимый с его помощью.

Макроструктурный анализ – исследование структуры металлов и сплавов невооруженным глазом, либо при маленьком увеличении с помощью лупы. Требуется предварительной подготовки исследуемой поверхности (шлифование и травление). Позволяет выявить дефекты, образовавшиеся на разных этапах производства литых, кованных, штампованных и катанных заготовок, также на ранней стадии определить предпосылки разрушения деталей.

С помощью данного вида анализа можно установить: вид излома; величину, форму и расположение зерен и дендритов литого металла; дефекты, нарушающие сплошность металла; химическую неоднородность; волокна в деформированном металле.

Микроструктуру металлов изучают при помощи световых микроскопов, позволяющих наблюдать структуру на подготовленных образцах (микрошлифах) увеличенных от 50 до 2000 раз, что позволяет обнаружить элементы структуры размером до 0,2 мкм. В световом микроскопе отображается увеличенное изображение участков микрошлифа, которое является результатом отражения света от различных элементов рельефа тщательно отполированной поверхности.

Изготовление микрошлифа происходит в 4 этапа: вырезка, шлифовка, полировка, травление.

Поверхность образца, на которой должен быть подготовлен шлиф, предварительно выравнивают путем обработки на абразивном круге с периодическим охлаждением. Производится шлифовка бумажной шкуркой для удаления грубого рельефа и наклепа на поверхности образца, получающихся после обработки на абразивном круге. Шлифовку нужно начинать с более крупнозернистого материала, последовательно переходя к более мелкозернистому. Шлифовать образцы можно вручную, на неподвижной шкурке, или на шлифовальных станках. Ручная шлифовка – медленный и трудоемкий процесс, однако имеет свое преимущество. При ручной шлифовке меньше разогреваются образцы, и, как следствие – меньше искажается структура поверхности.

После шлифования поверхности образца проводят полирование с целью устранения рисков, оставшихся от воздействия абразивных частиц. Полировать шлифы можно также вручную и на полировальных станках. На вращающийся круг станка, либо на гладкую поверхность натягивают полировальный материал – фетр, сукно, драп, бархат и др. и смачивают водной суспензией тонкодисперсного абразива (окись алюминия, хрома, магния и др.). Полировку заканчивают после исчезновения рисков от шлифовки на бумаге и при получении зеркальной поверхности шлифа.

Полированный образец промывают проточной водой и тщательно высушивают фильтровальной бумагой, прикладывая ее к шлифу, но не вытирая ею образец.

При проведении вышеописанной механической полировки возникает некоторое искажение поверхностного слоя металла, поэтому в ряде случаев проводят электрохимическую полировку.

Для исследования микроструктуры шлиф подвергают травлению. Перед травлением поверхность шлифа обезжиривают спиртом. Наиболее часто применяется травление методом избирательного растворения фаз. Он основан на различии физико-химических свойств отделенных фаз и пограничных участков зерен. В результате различной интенсивности растворения создается рельеф поверхности шлифа.

Для выявления микроструктуры применяются специально подобранные кислоты и щелочи различной концентрации, растворы солей. На поверхности шлифа происходит растворение одних фаз, окисление и окрашивание других. Химическое травление осуществляется путем погружения образца в травящий реактив или протирания образца с помощью тампона. Продолжительность травления чаще всего устанавливается опытным путем. В большинстве случаев признаком травления является потускнение поверхности, наступающее обычно через несколько секунд. После травления шлиф быстро промывают водой и сушат фильтровальной бумагой.

Различные фазы образца протравливаются неодинаково, и, следовательно окрашиваются по-разному. Таким образом, данный метод позволяет выявить форму, размеры и ориентировку зерен, отдельные фазы и структурные составляющие.

Кроме световых микроскопов, используют электронные микроскопы с большой разрешающей способностью. Изображение формируется при помощи потока быстро летящих электронов. Электронные лучи с длиной волны (0,004...0,012) нм дают возможность различить детали объекта, соответствующие по своим размерам межатомным расстояниям.

В просвечивающих микроскопах поток электронов проходит через изучаемый объект. Изображение является результатом неодинакового рассеяния электронов на объекте. Различают косвенные и прямые методы исследования с помощью просвечивающего микроскопа.

При косвенном методе изучают не сам объект, а его отпечаток – кварцевый или угольный слепок (реплику), отображающую рельеф микрошлифа, для предупреждения вторичного излучения, искажающего картину.

Применяя прямой метод, изучают тонкие металлические фольги, получаемые непосредственно из изучаемого металла, толщиной до 300 нм, на просвет.

В растровом микроскопе изображение создается за счет вторичной эмиссии электронов, излучаемых поверхностью, на которую падает непрерывно перемещающийся по этой поверхности поток первичных электронов.

Изучается непосредственно поверхность металла. Разрешающая способность несколько ниже, чем у просвечивающих микроскопов.

Для исследования атомно-кристаллического состава твердых тел тонкого строения используются рентгенографические методы, которые позволяют устанавливать связь между химическим составом, структурой и свойствами тела, тип твердых растворов, микронапряжения, место концентрации дефектов, плотность дислокаций. Различают следующие методы исследования:

1. Метод термического анализа основан на явлении теплового эффекта. Фазовые превращения в сплавах сопровождаются тепловым эффектом, в результате на кривых охлаждения сплавов при температурах фазовых превращений наблюдаются точки перегиба или температурные остановки. С помощью данного метода можно определить критические точки.

2. Дилатометрический метод. Данный метод позволяет определить критические точки сплавов, температурные интервалы существования фаз, а также изучать процессы разложения твердых растворов.

3. Метод магнитного анализа применяется для изучения процессов, связанных с переходом из ферромагнитного состояния в парамагнитное (или наоборот), причем допустима количественная оценка этих процессов.

Заключение

Разработка методов исследования материалов основана на принципе взаимосвязи структурных и фазовых превращений с изменением физических и механических свойств материала.

В число методов исследования структуры металлов и поверхностных слоев входят как стандартные методы анализа (металлографический анализ микроструктуры, электронная микроскопия, рентгеноструктурный и фазовый анализ, микрорентгеноспектральный анализ), так и новые или усовершенствованные методы.

Создание новых методов исследования материалов основано на принципе максимальной автоматизации процесса исследований и использовании новейших средств компьютерных технологий.

Работа выполнена под руководством кандидата химических наук, доцента Волковой Ольги Сергеевны.

Список литературы

1. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. – Москва: Металлургия, 1975. – 445 с.
2. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – Москва: Металлургия, 1972. – 480 с.
3. Шарло Г. Методы аналитической химии. – М.-Л.: Химия, 1965.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТЕОРЕТИКО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ N-АРИЛИМИДОВ ТРАНС-4,5-ДИБРОМЦИКЛОГЕКСАН 1,2-ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Салахов М.С.

старший научный сотрудник, проф., член-корр. НАНА,
Институт Полимерных Материалов НАНА, Азербайджан, г. Сумгайыт

Гречкина О.Т.

научный сотрудник, Институт Полимерных Материалов НАНА,
Азербайджан, г. Сумгайыт

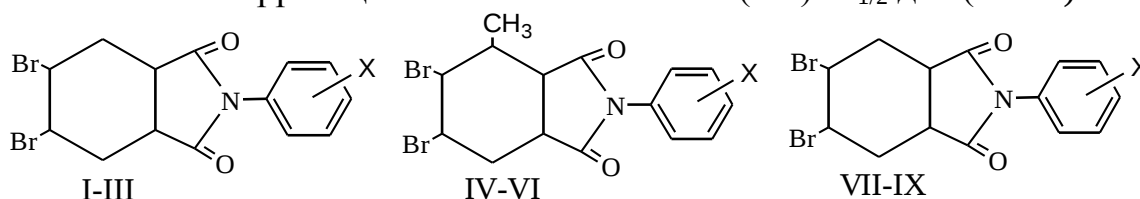
Багманов Б.Т.

заведующий лабораторией, канд. наук,
Институт Полимерных Материалов НАНА, Азербайджан, г. Сумгайыт

В статье приведены результаты установления корреляционных зависимостей между модифицированными теоретико-информационными индексами и величинами потенциалов полуволн восстановления, используемых для слежения за скоростью реакции бромирования, а также температурой плавления N-арилимидов транс-4,5-дибромциклогексан 1,2-дикарбоновых кислот.

Ключевые слова: модифицированные теоретико-информационные индексы, корреляционная зависимость, потенциалы полуволн восстановления, температура плавления, N-арилимиды транс-4,5-дибромциклогексан 1,2-дикарбоновых кислот.

В продолжении наших систематических работ по корреляционному анализу [2-4] и кинетическим исследованиям реакций диенового синтеза [5] нами впервые исследована зависимость $f(\text{Топологический индекс(ТИ)})$ – величина потенциалов полуволн восстановления ($E_{1/2}$) и $f(\text{ТИ})-T_{\text{пл}}$ для N – (о-, м, п- толил) имидов транс-4,5-дибромциклогексан-цис-1,2-дикарбоновой кислоты (ЦГДК) (I-III), N – (о-, м-, п- толил) имидов транс-4,5-дибром-цис-3-Ме-цис-1,2- ЦГДК (IV-VI) и N- (о-, м-, п- метоксифенил) имидов транс-4,5-дибром- цис-1,2- ЦГДК (VII-IX). Полученные нами ранее линейные зависимости между ТИ и такими кинетическими параметрами как константа скорости реакции, химические сдвиги олефиновых протонов и протонами карбоксильных групп для N-алкилкарбоксиимидов ЦГДК [2] позволяют предположить наличие корреляционных зависимостей $f(\text{ТИ})- E_{1/2}$ для (I – IX).



где X= о-CH₃(I,IV), м-CH₃(II, V), п-CH₃(III, VI), о-OCH₃(VII), м-OCH₃(VIII), п-OCH₃(IX)

В качестве коррелируемых параметров использованы предложенные нами ранее модифицированные теоретико-информационные индексы информационного содержания графа относительно окрестности k -го порядка в расчете на одну вершину (IC_k'), полного информационного содержания (TIC_k'), структурного информационного содержания (SIC_k') и комплементарного информационного содержания (CIC_k') ($k=0-2$) [6] и величина $E_{1/2}$ используемая для слежения за скоростью реакции бромирования, а также $T_{пл}$ соединений (I-IX) [1]. Нами получены линейные корреляционные зависимости для о- (I, IV, VII) (1-3), м- (II, V, VIII) (5-8) и п- (III, VI, IX) (9) изомеров исследуемых соединений:

$$E_{1/2} = -1,6035 \cdot CIC_0' + 8,5264 \quad R^2=0,9688 \quad (1)$$

$$E_{1/2} = -1,3723 \cdot CIC_2' + 7,2458 \quad R^2=0,9372 \quad (2)$$

$$T_{пл} = -391,55 \cdot CIC_2' + 2139,6 \quad R^2=0,9949 \quad (3)$$

$$E_{1/2} = -0,7885 \cdot CIC_0' + 4,3551 \quad R^2=0,9491 \quad (4)$$

$$E_{1/2} = -0,8163 \cdot CIC_2' + 4,4512 \quad R^2=0,9355 \quad (5)$$

$$E_{1/2} = -23,165 \cdot IC_2' + 2,5996 \quad R^2=0,9615 \quad (6)$$

$$E_{1/2} = -0,195 \cdot TIC_2' + 1,0933 \quad R^2=0,9928 \quad (7)$$

$$T_{пл} = 85789 \cdot SIC_2' - 1529,6 \quad R^2=0,9526 \quad (8)$$

$$E_{1/2} = 176,79 \cdot SIC_0' - 1,0952 \quad R^2=0,9973 \quad (9)$$

Полученные удовлетворительные зависимости (1-9) расширяют возможности использования модифицированных теоретико-информационных индексов IC_k' , TIC_k' , SIC_k' и CIC_k' в подобных исследованиях, в частности, для прогнозирования кинетических особенностей реакций диенового синтеза.

Список литературы

1. Нагиев В.А. Бромирование N-арилимидов ряда цис-4-циклогексен-1,2-эндо- и экзо-бицикло/2.2.1/гепт-5-ен-2,3-дикарбоновых кислот: дисс... канд. хим. наук. г. Сумгаит. 1984. 166 с.
2. Салахов М.С., Гречкина О.Т., Багманов Б.Т. Применение топологических индексов в корреляционном анализе N-алкилкарбоксиимидов циклических 1,2-дикарбоновых кислот // Журнал Структурная химия. 2010. т.51. №1. С. 22-28.
3. Салахов М.С., Гречкина О.Т., Багманов Б.Т. Топологические индексы в корреляционном анализе реакции Дильса-Альдера. «Lambert Publishing». Германия. 2012. 94 с.
4. Салахов М.С., Гречкина О.Т., Багманов Б.Т. Направленный синтез диеновых аддуктов 1,2,3,4-тетрахлор-5,5-диалкоксициклопентадиена с ангидридами 4- циклогексен-1,2-дикарбоновых кислот на основе зависимости структура-свойство // Журнал Сибирского Федерального университета. Серия Химия. 2012, № 4, С. 343-351.
5. Салахов М.С., Мусаева Н.Ф., Гасанова А.А. Кинетика и механизм реакции диеновой конденсации гексахлорциклопентадиена с циклическими диенофилами. XLVIII. Влияние растворителей на параметры комплексообразования N-алкенилимидов фталевой кислоты с гексахлорциклопентадиеном // ДАН Азерб. ССР. 1984. т.X. №3. С. 44-46.
6. Салахов М.С., Гречкина О.Т., Багманов Б.Т. Модифицированные теоретико-информационные индексы в решении задачи «структура-свойство» бромированных N-арилимидов эндо- и экзо-норборнандикарбоновых кислот // I Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции науки и технологий». Россия. г. Белгород, 30.04.2015. С. 62-66.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ И СКВАЖИННЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТАННОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ГЛАУКОНИТОВОГО СОРБЕНТА

Синельцев А.А.

м.н.с. учебно-научной лаборатории биофизических исследований кафедры
«Природная и техносферная безопасность», ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»,
Россия, г. Саратов

Губина Т.И.

профессор кафедры «Природная и техносферная безопасность», д.х.н.,
профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический уни-
верситет имени Гагарина Ю.А.», Россия, г. Саратов

Рогачева С.М.

заведующая кафедрой «Природная и техносферная безопасность»,
д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, г. Саратов

Проведены производственные испытания разработанного глауконитового сорбента при очистке сточных вод производства Ni-Cd –аккумуляторов и скважинных вод от ионов тяжелых металлов. Показана эффективность сорбентов при этой очистке.

Ключевые слова: глауконит, тяжелые металлы, скважинные воды, сточные воды, адсорбция.

Ранее [1-3] нами изучены состав, структура и поверхностные характеристики глауконитов трех месторождений России: Каринского (Челябинская область), Белозерского (Саратовская область) и Бондарского (Тамбовская область). Установлено, что образцы изучаемых глауконитов имеют одинаковый химический состав и поверхностные характеристики. Разработаны алгоритм обработки глауконитового сырья и оптимальные условия проведения каждой стадии: сушка и фракционирование сырья, электромагнитное обогащение и механическое измельчение, гранулирование без использования стороннего связующего, термическая активация и химическая обработка гранул кислотно-солевым способом. Получены три образца сорбентов: природный обогащенный глауконит (ПОГ); гранулированный глауконит (ГГ); модифицированный гранулированный глауконит (МГГ). Исследованы процессы сорбции ионов ТМ Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} из водных модельных растворов на разработанных образцах сорбентов в условиях статической и динамической сорбции. В статических условиях обнаружено, что максимальная адсорбция модифицированного глауконита по отношению к ионам ТМ в 1,5-1,7 раз выше по сравнению с немодифицированными образцами. В динамических условиях сорбции установлено, что полная динамическая обменная емкость МГГ изменяется в ряду: $\text{Fe}^{2+} < \text{Mn}^{2+} < \text{Cu}^{2+} < \text{Cd}^{2+}$, ее значения в 1,7-2,2 выше, чем для немодифицированных образцов.

Целью данной работы было: собрать установку для очистки воды, в которой в качестве наполнителя фильтра использовать разработанный образец сорбента – МГГ и апробировать её работу для очистки сточных и скважинных вод.

Исследовались сточные воды производства Ni-Cd источников тока. Исследовались пробы сточных вод после реагентной очистки. Результаты анализа сточных вод до и после очистки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа сточной воды до и после очистки

№	Показатель качества воды	Данные анализа воды до очистки, мг/дм ³	Данные анализа воды после очистки, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
1.	pH	6,46±0,32	5,92±0,25	-
2.	Взвешенные вещества	2340,0±106	74,0±3,6	96,8
3.	БПК ₂₀	450,0±23	150,0±8,0	66,7
4.	ХПК	1512,0±70	1178,0±56	22,1
5.	Никель	0,45±0,02	0,04±0,002	91,1
6.	Кадмий	1,4±0,08	0,07±0,004	95,0

Из таблицы видно, что при фильтровании сточной воды через МГГ, содержание никеля в ней уменьшилось в 11,25 раз, кадмия – в 20 раз. Эффективность очистки по никелю составила 91%, по кадмию – 95%.

Установка апробирована также при очистке скважинных вод. Источник водоснабжения – артезианская скважина «Ассамблея» глубиной 35 м.

Исходная вода имела превышения по содержанию железа, марганца и общей жесткости. Содержание солей железа и марганца составляло 5,0 и 0,9 мг/л соответственно. Испытания проводились в течение 1 месяца. Промывка фильтров проводилась в автоматическом режиме 1 раз в 5 дней. В таблицах 2, 3 приведены результаты анализа скважинной воды до очистки и после очистки через фильтрующую систему.

Таблица 2

Протокол анализов исходной скважинной воды от 30.03.2016 г.

№	Показатель качества воды	Единица измерения	Норматив СанПин	Результат анализа
1.	Мутность	мг/л	1,5	0,70±0,04
2.	Жесткость	⁰ Ж	7,0	10,60±0,53
3.	Кальций	мг/л	-	125±6,35
4.	Магний	мг/л	50	31±1,55
5.	Железо	мг/л	0,3	5,0±0,25
6.	Марганец	мг/л	0,1	0,9±0,05
7.	Нитраты	мг/л	45	33±1,65
8.	Аммиак (по азоту)	мг/л	1,5	<0,1
9.	pH	-	6-9	7,5±0,38
10.	Хлориды	мг/л	350	200,0±10
11.	Сульфаты	мг/л	500	350±18
12.	Окисляемость перманганатная	мгО/л	5,0	2,5±0,13

Протокол анализа очищенной воды от 30.04.2016 г.

№	Показатель качества воды	Единица измерения	Норматив СанПин	Результат анализа
1.	Мутность	мг/л	1,5	0,70±0,04
2.	Жесткость	⁰ Ж	7,0	3,9±0,2
3.	Кальций	мг/л	-	70±4
4.	Магний	мг/л	50	11±0,6
5.	Железо	мг/л	0,3	0,18±0,007
6.	Марганец	мг/л	0,1	0,09±0,005
7.	Нитраты	мг/л	45	24±1,2
8.	Аммиак (по азоту)	мг/л	1,5	<0,1
9.	рН	-	6-9	7,1±0,36
10.	Хлориды	мг/л	350	177,0±9
11.	Сульфаты	мг/л	500	325±16
12.	Окисляемость перманганатная	мгО/л	5,0	1±0,04

Применение разработанного сорбента позволило снизить содержание этих металлов в воде в 27,9 раз для Fe^{2+} и в 10 раз для Mn^{2+} и достичь уровня их ПДК в питьевой воде. Эффективность очистки составила по Fe^{2+} – 96%, по Mn^{2+} – 90%.

Таким образом, результаты проведенных производственных испытаний подтвердили эффективность очистки сточных и скважинных вод с помощью полученных сорбентов, что свидетельствует о перспективности их применения.

Список литературы

1. Синельцев А.А. Исследование морфологии и химического состава комплексных гранулированных наноструктурированных сорбентов для выбора оптимального технологического решения изготовления гранул / А.А. Синельцев и др. // Техногенная и природная безопасность : сб.тр. Первой всеросс. науч. конф. Наука. Саратов. 2011. С. 50-53.
2. Синельцев А.А. СВЧ-термообработка комплексных гранулированных сорбентов на основе природного глауконита / А.А. Синельцев и др. // Физика и химия обработки материалов. 2012. N 6. С. 88-93.
3. Синельцев А.А. Химически модифицированные гранулированные сорбенты на основе природного глауконита для обезжелезивания воды / А.А. Синельцев и др. // Техногенная и природная безопасность : сб.тр. Первой всеросс. науч. конф. Наука. Саратов. 2011. С. 57-59.

ХИМИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**Скрышник И.С.**

студент 3-го курса Информационно-технического факультета,
Новосибирский государственный университет экономики и управления,
Россия, г. Новосибирск

В статье рассматриваются основные виды и классификации химических загрязнений и среды, где они чаще всего встречаются. Также рассмотрены способы предотвращения данных проблем с помощью химии.

Ключевые слова: химия, окружающая среда, загрязнение, отходы, парниковый эффект, сточные воды, город.

Следует понимать, что, говоря о химии и охране окружающей среды, мы говорим об охране здоровья человека и сохранении, или попытках сохранения его среды обитания в первозданном виде.

Наиболее распространенная проблема в наши дни, связанная с химией и охраной окружающей среды, – это загрязнение окружающей среды, или, говоря иными словами, проблемы с экологией. Начать рассмотрение данной проблемы следует с определения термина «загрязнение». Начав поиск, можно встретить множество различных формулировок. В данной работе под словом «загрязнение» подразумевается все то, что не свойственно природе и то, что выводит ее из состояния равновесия. Существует достаточно классификаций загрязнений, например:

1. Классификация по объектам: загрязнение вод (поверхностных и подземных), атмосферы, космического пространства, почв и т. д.
2. Классификация по величине: локальные, региональные, глобальные.
3. По природе действующих факторов: физические, химические, биологические.
4. По характеру воздействия на объекты окружающей среды.

В основном загрязнители – это химические вещества, которые вырабатываются как побочные продукты или отходы добычи, переработки, или использования ресурсов.

Согласно многочисленным исследованиям, каждый день в мире используется примерно 80000 синтетических веществ. В процессе промышленного и сельскохозяйственного производства вырабатывается около 100000 веществ. Хотят люди этого, или нет, но большинство из этих веществ попадает в окружающую среду.

Рассматривать химические загрязнения окружающей среды стоит начать с гидросферы, так как в основном все химические агенты загрязнения проявляют свою токсичность именно в воде, а также загрязнения геосферы и атмосферы практически сразу же сказываются на гидросфере.

Популярность выброса отходов в воду объясняется тем, что вода измельчает отходы и течением уносит от места выброса. С ростом населения и появлением большого количества разного рода предприятий выявилось проблемы: природные процессы перестали справляться с отходами, и появление новых типов загрязнителей, с которыми организмы никогда не сталкивались в процессе эволюции. Последствия не заставили себя ждать. Примером данных проблем может послужить Великобритания XIX века. За 50 лет река Темза превратилась в желоб со стоками.

Значительную часть загрязнений гидросферы занимает бытовой мусор. Выяснилось, что в среднем ежедневно на участника водных перевозок приходится от 1,1 до 2,6 кг мусора. За год количество выбросов достигает 6,5 миллионов тонн. Значительная часть этих отходов никак не разлагается и скапливается вдоль берегов, в устьях рек, в заводах, что нарушает нормальное функционирование гидробиоценозов.

Наиболее старым видом загрязнения вод являются прямые отходы человеческой жизнедеятельности. Если сделать перерасчет в сухое вещество,

то за год каждый человек производит около 20 кг органического вещества, 5 кг азота и 1 кг фосфора.

А какие могут быть последствия, если человечество не будет очищать отходы? Неутешительные. Легкоокисляемое органическое вещество, которое в больших количествах содержится в сточных водах, становятся питательной средой для развития множества микроорганизмов, в том числе и патогенных. В земле содержится множество микроорганизмов, которые могут вызвать тяжелые инфекционные заболевания. Питательная вода защищена от появления данных микроорганизмов, так как доступный ресурс для их питания ресурс (легкоокисляемые органические вещества) очень мал и в основном все они пользуются нормальной водной микрофлорой. С сильным увеличением концентрации органики в воде, почвенные патогенные микроорганизмы находят удовлетворительное количество источников питания для себя и могут служить источником вспышки инфекции. Также при разложении мусора используется кислород. При большом загрязнении его количество существенно уменьшается, что способствует массовому вымиранию рыбы и невозможности нормального функционирования микробиологических сообществ.

Решением загрязнения вод могло бы стать использование технологий, исключающих сброс стоков, использующих минимальное количество воды. Но, к сожалению, разработка и внедрение вышеперечисленного требует больших материальных затрат и само по себе является сложной задачей, поэтому более простым решением может стать очистка сточных вод. К примеру, у ученых есть определенные успехи в очистке воды от нефти при помощи микроорганизмов и растений. Опытным путем было выяснено, что при помощи грибов *Candido UpoUtica* можно очистить небольшой водоем от нефти примерно за 5 дней.

Как следующий отдельный подраздел можно выделить загрязнение окружающей среды и его причины, ведь в последние несколько лет очень интенсивно обсуждается проблема парникового эффекта, затрагивающая всю нашу планету. Самые обсуждаемые признаки этого явления: увеличение приземной температуры за последние сто лет приблизительно на 0,6 градуса Цельсия, таяние арктических ледников, разрушение шельфового льда Антарктики и уменьшение ледяного щита Гренландии, потерявшего 250 кубических километров за пять лет.

В чем же причина? Основная часть инфракрасного излучения земли поглощается частями атмосферы, которые нагреваются и начинают излучать и частично возвращать полученное тепло назад. Из-за этого земля получает дополнительное тепло и температура увеличивается. Это и есть парниковый эффект.

Основными химическими веществами, создающими парниковый эффект, являются углекислый газ (50%), хлорфторуглероды (25%), оксид азота (8%), озон (7%) и метан (10%). Углекислый газ появляется в атмосфере как продукт сгорания различных видов топлива. Примерно треть количества углекислого газа появляется в атмосфере из-за выжигания и вырубки лесов.

Снижение количества деревьев, поглощающих углекислый газ, увеличивает количество этого газа в атмосфере.

Объем метана в атмосфере за последнее столетие увеличился в два раза. Источником является процесс анаэробного брожения, возникающий во влажных рисовых производствах, на полях очистки сточных вод и из-за разложения стоков крупных городов.

Оксид азота образуется при образовании и использовании органических удобрений.

Поговорим о возможных решениях: одним из предложенных приближенных к химии решений было рассеивание в стратосфере мельчайшие капли серной кислоты чтобы уменьшить попадание солнечной радиации на Землю. Также стоит обратить внимание на количество выбросов дыма и прочих продуктов сгорания и на количество вырубаемого леса.

Деятельность человека за несколько последних столетий набрала внушительные масштабы по потреблению ресурсов нашей планеты и ее использованию. В основном, проблемы окружающей среды тесно связаны с химией, ведь вред, наносимый ей человеком, невозможно рассматривать без этой науки, следовательно, и бороться с проблемами нужно тоже при ее участии. Технологии, используемые сейчас, требуют совершенствования и должны соответствовать прогрессу, чтобы более эффективнее справляться со своими задачами. Современному миру нужны средства, очищающие сточные и бытовые воды лучше и быстрее, новые виды топлива, которые при сгорании выделяли бы меньше вредных продуктов, таких как углекислый газ, создающий парниковый эффект.

Список литературы

1. Ларин И.К. Озоновый слой и климат Земли // Химия и жизнь, №7-8. 2001. С. 46-51.
2. Химия и проблемы охраны окружающей среды URL: <http://school.xvatit.com> (дата обращения: 26.12.2015).
3. Зилов Е.А. Химия окружающей среды URL: http://www.tverhtk.ru/library/predmets/280711/HOS_Bajkal.pdf (дата обращения: 26.12.2015).

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

НАНОЧАСТИЦЫ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ КАК СРЕДСТВО ДОСТАВКИ ПРОИЗВОДНЫХ НУКЛЕОТИДОВ В КЛЕТКИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Васильева С.В.

научный сотрудник Института химической биологии и фундаментальной медицины, канд. хим. наук, Сибирское отделение Российской академии наук, Россия, г. Новосибирск

Сильников В.Н.

заведующий лабораторией органической химии Института химической биологии и фундаментальной медицины, д-р хим. наук, Сибирское отделение Российской академии наук, Россия, г. Новосибирск

Стеценко Д.А.

заведующий лабораторией химии нуклеиновых кислот Института химической биологии и фундаментальной медицины, канд. хим. наук, Сибирское отделение Российской академии наук, Россия, г. Новосибирск

Статья представляет собой мини-обзор по современному состоянию исследований в области наноразмерных систем на основе наночастиц для доставки производных нуклеотидов в клетки млекопитающих. Основное внимание уделено исследованиям наночастиц диоксида кремния SiO_2 . Показано, что наночастицы SiO_2 , широко применяемые в медицине как биосовместимый и биodeградируемый материал, могут быть перспективным средством решения актуальной задачи – доставки лекарственных препаратов на основе моно- и олигонуклеотидов в клетки млекопитающих.

Ключевые слова: наночастицы диоксида кремния, доставка в клетки, наноразмерные системы, биodeградация, токсичность.

Поиск и разработка наноразмерных систем для доставки производных нуклеотидов: моно-, ди- и трифосфатов нуклеозидов, а также олигонуклеотидов в клетки млекопитающих является в настоящее время весьма актуальной задачей молекулярной медицины [1, с. 36]. Проблема доставки лекарственных препаратов на основе моно- и олигонуклеотидов в клетки может быть решена с помощью нанотехнологии, которая в последние годы развивается особенно быстрыми темпами. Важным преимуществом наночастиц является то, что в отличие от липосом, пептидных и белковых конструкций для доставки, они могут нести большее количество вводимого лекарственного препарата [2, с. 343].

Наночастицы диоксида кремния SiO_2 привлекают особое внимание благодаря их биосовместимости, стабильности и возможности модификации поверхности для иммобилизации различных соединений. [13, с. 876; 4, с. 331; 10, с. 1126; 14, с. 485].

Множество исследований как *in vitro*, так и *in vivo* были направлены в последние годы на изучение потенциала этих наночастиц для увеличения эффективности действия химиотерапевтических препаратов на раковые клетки, для решения проблемы растворимости и стабильности некоторых лекарств, а также для адресной доставки лекарств и их последующего контролируемого высвобождения [23, с. 1278; 16, с. 1383; 26, с. 1952]. Помимо этого, наночастицы помогают обеспечивать защиту вводимых лекарственных препаратов на основе олигодезоксирибонуклеотидов, которые в условиях живого организма нестабильны из-за быстрой деградации сывороточными нуклеазами – ферментами, расщепляющими нуклеиновые кислоты. Недавно было показано, что наночастицы SiO_2 , содержащие аминокислотные группы на поверхности, могут не только связывать плазмидную ДНК, но и предохранять ее от действия рестриктаз, а также обеспечивать трансфекцию в различных культурах клеток с последующей экспрессией кодированных белков [21, с. 279; 12, с. 257; 7, с. 7168]. Показано, что наночастицы SiO_2 размером 20–77 нм хорошо проникают в цитоплазму клеток [4, с. 51; 19, с. 410], а также способны попадать в ядра клеток. Эффективность проникновения зависит от типа клеток и размера наночастиц. Так, наночастицы SiO_2 размером 40–70 нм проникают в ядра клеток Нер-2. Для проникновения в ядра клеток Сасо-2 оптимальный размер наночастиц должен быть около 20 нм. Доставка лекарственных препаратов в ядро клетки имеет большое значение, поскольку именно в клеточных ядрах происходят все молекулярно-генетические процессы: репликация ДНК, транскрипция всех видов РНК и ее процессинг. С практической точки зрения это дает возможность целенаправленного вмешательства в центр управления жизнедеятельностью клетки.

Наночастицы диоксида кремния можно относительно легко подвергнуть химической модификации с приданием им различных свойств. Например, введение функциональных групп позволяет легко присоединять к частицам белки или нуклеиновые кислоты, а также низкомолекулярные лекарственные препараты. Показано, что модифицированные таким образом наночастицы также способны эффективно проникать в клетки [17, с. 432; 27, с. 1079; 15, с. 1199; 28, с. 179; 11, с. 926; 12, с. 257; 3, с. 11539; 21, с. 279; 7, с. 7168; 25, с. 12; 6, с. 1526; 22, с. 3684; 2, с. 4357].

Кремний – один из важных микроэлементов в организме человека. Ортокремниевая кислота $\text{Si}(\text{OH})_4$ найдена почти во всех тканях человека. Экспериментально показано, что кремниевая кислота, вводимая в организм человека, эффективно выводится из организма через почки [20, с. 331]. В данной работе наночастицы силикагеля были введены мышам путем внутривенной инъекции. Как и многие другие препараты, вводимые внутривенно, наночастицы SiO_2 накапливались в основном в таких органах, как печень и селезенка. Для детекции наночастиц SiO_2 в тканях мышей использовали способность специально подготовленных частиц SiO_2 к люминесценции. Тем не менее, накопленные в этих тканях наночастицы SiO_2 большей частью выводились из организма уже за одну неделю и полностью деградировали к концу четвертой недели. Исследователи предполагают, что наночастицы силикаге-

ля могут деградировать внутри лизосом, а растворенные продукты впоследствии высвобождаются из клетки в кровяное русло и в дальнейшем выводятся через почки. Таким образом была выявлена способность наночастиц SiO₂ к биodeградации.

При исследовании цитотоксичности наночастиц SiO₂ размером 70 нм на клеточной линии мышинных макрофагов RAW264.7 было обнаружено, что наночастицы, модифицированные амино- и карбоксильными группами, нетоксичны вплоть до концентрации 1000 мкг/мл. Для сравнения, ТК₅₀ для немодифицированных наночастиц SiO₂ составила 121 мкг/мл [18, с. 93]. Аналогичная закономерность получена при внутривенном введении мышам модифицированных наночастиц [9, с. 278]. Наночастицы, модифицированные полилизинном, оказались нетоксичны при пероральном введении мышам, что открывает широкие возможности их применения как носителей лекарственных препаратов [12, с. 257]. Результаты последних исследований наночастиц SiO₂ однозначно подтверждают, что данные наночастицы имеют низкую токсичность, низкий уровень побочных эффектов, улучшенное биораспределение и повышенную стабильность [8, с. 1407; 24, с. 46].

Таким образом, наночастицы диоксида кремния, широко используемые в медицине как биосовместимый и биodeградируемый материал, могут оказаться весьма перспективным средством для решения актуальной задачи современной молекулярной медицины, а именно доставки лекарственных препаратов на основе фосфорилированных нуклеозидов и олигонуклеотидов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-04-00847-а.

Список литературы

1. Соболев А.С. Конструкции, проникающие в клетку // Российские нанотехнологии. 2009. Т 4. № 7-8. С. 36-38. www.nanoru.ru.
2. Bagwe, R.P., Hilliard, L.R., Tan, W. Surface Modification of Silica Nanoparticles to Reduce Aggregation and Nonspecific Binding // Langmuir. 2006. V. 22. P. 4357-4362.
3. Bharali D.J., Klejbor I., Stachowiak E.K., Dutta P., Roy I., Kaur N., Bergey E.J., Prasad P.N., Stachowiak M.K. Organically modified silica nanoparticles: a nonviral vector for in vivo gene delivery and expression in the brain // PNAS. 2005. V. 102. P. 11539-11544.
4. Chen M, von Mikecz A. Formation of nucleoplasmic protein aggregates impairs nuclear function in response to SiO₂ nanoparticles // Exp. Cell Res. 2005. V. 305. P. 51-62.
5. Ferrary M., Nanovector therapeutics. // Curr. Opin. Chem. Biol. 2005. V. 9. P. 343-346.
6. Fuller J.E., Zugates G.T., Ferreira L.S., Ow H.S., Nguyen N.N., Wiesner U.B., Langer R.S. Intracellular delivery of core-shell fluorescent silica nanoparticles // Biomaterials. 2008. V. 29. P. 1526-1532.
7. He X.X., Wang K., Tan W., Liu B., Lin X., He C., Li D., Huang S., Li J. Bioconjugated nanoparticles for DNA protection from cleavage // J. Am. Chem. Soc. 2003. V. 125. P. 7168-7169.
8. In-Yong Kim, Elizabeth Joachim, Hyungsoo Choi, Kyekyoon Kim (Kevin). Toxicity of silica nanoparticles depends on size, dose, and cell type. // Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine. 2015. V. 11. P. 1407-1416.
9. Isoda K., Hasezaki T., Kondoh M., Tsutsumi Y., Yagi K. Effect of surface charge on nano-sized silica particles-induced liver injury // Pharmazie. 2011. V. 66. P. 278-281.
10. Jin Y., Kannan Sh., Wu M., Zhao J.X. Toxicity of Luminescent Silica Nanoparticles to Living Cells // Chem. Res. Toxicol. 2007. V. 20. P. 1126-1133.

11. Kneuer C., Sameti M., Bakowsky U., Schiestel T., Schirra H., Schmidt H. A nonviral DNA delivery system based on surface modified silica-nanoparticles can efficiently transfect cells in vitro // *Bioconjug. Chem.* 2000. V. 11. P. 926-932.
12. Kneuer C., Sameti M., Haltner E.G., Schiestel T., Schirra H., Schmidt H., Lehr C.M. Silica nanoparticles modified with aminosilanes as carriers for plasmid DNA // *Int. J. Pharm.* 2000. V. 196. P. 257-261.
13. Kumar M., Sameti M., Mohapatra S., Kong X., Lockey R., Bakowsky U., Lindenblatt G., Schmidt H., Lehr C.M. Cationic silica nanoparticles as gene carriers: synthesis, characterization and transfection efficiency in vitro and in vivo // *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2004. V. 4. P. 876-881.
14. Li, W., Xu, Y., Zhou, Y., Ma, W., Wang, S., Dai, Y. Silica nanoparticles functionalized via click chemistry and ATRP for enrichment of Pb(II) ion // *Nanoscale Research Letters.* 2012. V. 7. P. 485-492.
15. Li Z., Zhu S., Gan K., Zhang Q., Zeng Z., Zhou Y., Liu H., Xiong W., Li X., Li G. Poly-L-lysine modified silica nanoparticles: a potential oral gene delivery system // *J. Nanosci. Nanotechnol.* 2005. V. 5. P. 1199-1203.
16. Manzano M., Colilla M., Vallet-Regi M. Drug delivery from ordered mesoporous matrices // *Expert Opin. Drug Deliv.* 2009. V. 6. P. 1383-1400.
17. Mao Z., Wan L., Hu L., Ma L., Gao Ch. Tat peptide mediated cellular uptake of SiO₂ submicron particles // *Colloids Surf. B. Biointerfaces.* 2010. V. 75. P. 432-440.
18. Nabeshi H., Yoshikawa T., Arimori A., Yoshida T., Tochigi S., Hirai T., Akase T., Nagano K., Abe Y., Kamada H., Tsunoda S., Itoh N., Yoshioka Y., Tsutsumi Y. Effect of surface properties of silica nanoparticles on their cytotoxicity and cellular distribution in murine macrophages // *Nanoscale Res. Lett.* 2011. V. 6. P. 93-99.
19. Neumeyer A., Bukowski M., Veith M., Lehr K.M., Daum N. Propidium iodide labeling of nanoparticles as a novel tool for the quantification of cellular binding and uptake // *Nanomedicine.* 2011. V. 7. P. 410-419.
20. Park J.H., Gu L., Maltzahn G., Ruoslahti E., Bhatia S.N., Sailor M.J. Biodegradable luminescent porous silicon nanoparticles for in vivo applications // *Nat. Mater.* 2009. V. 8. P. 331-336.
21. Roy I., Ohulchanskyy T.Y., Bharali D.J., Pudavar H.E., Mistretta R.A., Kaur N., Prasad P.N. Optical tracking of organically modified silica nanoparticles as DNA carriers: a nonviral, nanomedicine approach for gene delivery // *PNAS.* 2005. V. 102. P. 279-284.
22. Sauer A.M., Schlossbauer A., Ruthardt N., Cauda V., Bein T., Bräuchle C. Role of endosomal escape for disulfide-based drug delivery from colloidal mesoporous silica evaluated by live-cell imaging // *Nano Lett.* 2010. V. 10. P. 3684-3691.
23. Slowing I.I., Vivero-Escoto J.L., Wu C.W., Lin V.S. Mesoporous silica nanoparticles as controlled release drug delivery and gene transfection carriers // *Adv. Drug Deliv. Rev.* 2008. V. 60. P. 1278-1288.
24. Tamba, B.I., Dondas, A., Leon, M., Neagu, A.N., Dodi, G., Stefanescu, C., Tijani, A. Silica nanoparticles: Preparation, characterization and in vitro/in vivo biodistribution studies // *European Journal of Pharmaceutical Sciences.* 2015 V. 71. P. 46-55.
25. Verma A., Stellacci F. Effect of surface properties on nanoparticle-cell interactions. *Small.* 2010, 6, 12-21;
26. Vivero-Escoto J.L., Slowing, I.I., Trewyn B.G., Lin V.S. Mesoporous silica nanoparticles for intracellular controlled drug delivery // *Small.* 2010. V. 6. P. 1952-1967.
27. Xing H., Bu W., Zhang Sh., Zheng X., Li M., Chen F., He Q., Zhou L., Peng W., Hua Y., Shi J., Multifunctional nanoprobes for upconversion fluorescence, MR and CT trimodal imaging // *Biomaterials.* 2012. V. 33. P. 1079-1089.
28. Zhu S.G., Xiang J.J., Li X.L., Shen S.R., Lu H.B., Zhou J., Xiong W., Zhang B.C., Nie X.M., Zhou M., Tang K., Li G.Y. Poly(L-lysine)-modified silica nanoparticles for the delivery of antisense oligonucleotides // *Biotechnol. Appl. Biochem.* 2004. V. 39. P. 179-187.

О НОВЫХ НАХОДКАХ КРАСНОКНИЖНЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ (INSECTA) В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Галич Д.Е.

старший научный сотрудник, канд. биол. наук,
Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Россия, г. Тобольск

В работе приводятся новые, ранее нигде неопубликованные данные, о новых находках редких и исчезающих видов насекомых в Тюменской области.

Ключевые слова: насекомые, редкие виды, Тюменская область.

После выхода в 2004 году Красной книги Тюменской области прошло 12 лет (рекомендации по переизданию Красных книг в Российской Федерации, не реже одного раза в 10-15 лет), с 2016 года начаты работы по подготовке очередного (второго) издания Красной книги Тюменской области, выход которого запланирован на 2018 год.

Автором, совместно с коллегами, проведены масштабные исследования по инвентаризации беспозвоночных на территории Тюменской области, осуществлена ревизия коллекционных фондов, проанализированы публикации по данной тематике с 2004 по 2016 гг., к основным из которых можно отнести следующие [1, с. 23, 25, 173, 184; 2, с. 81, 128, 129, 131, 133, 134, 135, 137, 140, 146, 147, 161; 3, с. 37-40; 4, с. 100; 5, с. 96-98; 6, с. 95-99; 7, с. 161-165].

В результате маршрутных обследований только за 2016 год отмечено 18 редких видов, эти материалы легли в основу данной работы.

Метатропис рыжеватый – *Metatropis rufescens* (Herrich-Schaeffer, 1835). Тобольский район, окр. д. Винокурова, кедрово-елово-пихтовый зеленомошно-кустарниковый лес, 58°21,043' с.ш. 68°20,852' в.д. 31.08.2016 – 1 экз. Галич Д.Е.

Горная цикада – *Cicadetta montana* (Scopoli, 1772). Тобольский район, Панин бугор, бровка склона коренной террасы р. Иртыш, 58°11,567' с.ш. 68°16,036' в.д. 10.06.2016 – 1 экз. Галич Д.Е.

Жужелица Менетрие – *Carabus menetriesi* Hummel, 1827. Нижнетавдинский район, южный берег оз. Кучак, дальнейшее олиготрофное болото, 57°19' с.ш. 66°02' в.д., 26.06.2016 – 13 экз. Иванов С.А.

Жужелица ребристая – *Carabus canaliculatus* Adams, 1812. Тобольский район, окр. дачного кооператива «Сады», 58°19,224' с.ш. 68°20,321' в.д., 30.06.2016 – 1 экз. Галич Д.Е.

Майка уральская – *Meloe uralensis* Pallas, 1777. Тобольский район, г. Тобольск, Чувацкий мыс, в неглубоком овраге, 58°10,290' с.ш. 68°16, 514' в.д., 10.06.2016 – 1 экз. Галич Д.Е.

Медляк степной – *Blaps halophila* Fischer von Waldheim, 1822. Казанский район, окр. д. Пешнево, ксерофитный склон правого коренного берега р. Ишим, 55.55639° с.ш. 69.39227° в.д., 10.06.2016 – 2 экз. Капитонов В.И. Упоровский район, окр. д. Шашова, ПП «Шашовский», древняя терраса р. Тобол, 56° 22' с.ш. 66° 18 в.д., 26.06.2016 – 1 экз. Ситников П.С.

Стенокорис европейский – *Stenocorus meridianus* (Linnaeus, 1758). Упоровский район, окр. д. Шашова, ПП «Шашовский», древняя терраса р. Тобол, 56° 22' с.ш. 66° 18' в.д., 26.06.2016 – 2 экз. Ситников П.С.

Усач мускусный – *Aromia moschata* (Linnaeus, 1758). Нижнетавдинский район, окр. оз. Кучак, координаты 57° 19' с.ш. 66° 02' в.д., 01.07.2016 – 1 экз. Тупицын С.С.

Окончатый мотылёк – *Thyris fenestrella* (Scopoli, 1763). Уватский район, левый берег р. Иртыш, хвощёво-злаково-разнотравный луг у разреженного ивняка, 58° 43,450' с.ш. 68° 41, 477' в.д., 04.08.2016 – крыло в паутине Галич Д.Е.

Малая павлиноглазка – *Saturnia pavonia* (Linnaeus, 1761). Нижнетавдинский район, между р. Иской и оз. Ипкуль, 57°22' с.ш. 66°21' в.д., 04.07.2016 – 2 экз. Столбов В.А. Упоровский район, окр. д. Шашова, ПП «Шашовский», древняя терраса р. Тобол, 56° 22' с.ш. 66° 18' в.д., 26.06.2016 – 1 экз. (Larva) Ситников П.С.

Шмелевидка жимолостная – *Hemaris fuciformis* (Linnaeus, 1758). Тобольский район, окр. нового строительства «ЗапСибНефтехим», экотропа, 58°17' с.ш. 68°28' в.д., 15.07.2016 – 2 экз. Галич Д.Е.; Окр. д. Надцы, коренная терраса р. Иртыш, зарастающая разнотравная поляна, 58° 37,141' с.ш. 68° 34, 956' в.д., 08.06.2016 – 1 экз. Ситников П.С.; д. Абрамова, опушка леса у р. Аремзянки, 58°24,313' с.ш. 68°26,182' в.д., 16.07.2016 – 1 экз. (Larva) Галич Д.Е.

Крылохвостка бузинная – *Ourapteryx sambucaria* (Linnaeus, 1758). Нижнетавдинский район, окр. оз. Кучак, 57°19' с.ш. 66°02' в.д., 04.07.2016 – 1 экз. Сигова И.Ю.

Совка желтопятнистая – *Chrysorithrum flavomaculatum* (Bremer, 1861). Тобольский район, д. Абрамова, ночью на свет, 58°24,313' с.ш. 68°26,182' в.д., 12.09.2016 – 1 экз. Галич Д.Е.

Совка скромновидная – *Euchalcia modestoides* Poole, 1989. Тобольский район, д. Абрамова, лесная поляна, 58°24,313' с.ш. 68°26,182' в.д., 25.06.2016 – 1 экз. Галич Д.Е.

Медведица-хозяйка – *Pericallia matronula* (Linnaeus, 1758). Нижнетавдинский район, южный берег оз. Кучак, 57°19' с.ш. 66°02' в.д. 03.07.2016 – 1 экз. Столбов В.А.

Аполлон чёрный – *Driopa mnemosyne* (Linnaeus, 1758). Тобольский район, окр. ж/д ст. Ингаир, лесная поляна по просеке ЛЭП, 58°36' с.ш. 68°46' в.д., 08.06.2016 – 2 экз. Ситников П.С.; окр. д. Надцы, коренная терраса р. Иртыш, зарастающая разнотравная поляна, 58°37,141' с.ш. 68°34,956' в.д., 06.2016 – 1 экз. Ситников П.С.

Чернушка циклоп – *Erebia cyclopius* (Eversmann, 1844). Тобольский район, 3.6 км на З-С-З от пос. Октябрьский, правый берег р. Аремзянка, поляна между осиново-березовым лесом, 58°16,396' с.ш. 68°41,181' в.д. 04.06.2016 – 4 экз. Баянов Е.С.; 2.2 км на С-В от д. Ровдушка, опушка осиново-березового леса, 58°19,336' с.ш. 68°32,512' в.д., 04.06.2016 – 2 экз. Баянов Е.С.

Голубянка Фривальдского – *Ahlbergia frivaldszkyi* (Kindermann in Lederer, 1853). Тобольский район, окр. ж/д ст. Ингаир, лесная поляна по просеке ЛЭП, 58°36' с.ш. 68°46' в.д., 18.06.2015 – 3 экз. Синицын В.В.

Список литературы

1. Бухкало С.П., Галич Д.Е., Сергеева Е.В., Алемасова Н.В. Конспект фауны жуков южной тайги Западной Сибири (в бассейне нижнего Иртыша). М.: Т-во научных изданий КМК, 2011. 267 с.
2. Бухкало С.П., Галич Д.Е., Сергеева Е.В., Алемасова Н.В. Конспект фауны беспозвоночных южной тайги Западной Сибири (в бассейне нижнего Иртыша). М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. 189 с.
3. Галич Д.Е. О находках охраняемых видов насекомых (Insecta: Odonata, Homoptera, Lepidoptera) в Тобольском и Уватском районах Тюменской области // Экология животных и фаунистика: Сб. науч. трудов кафедры зоологии и эволюционной экологии животных. 2013. Вып. 9. Тюмень: Изд-во ТюмГУ. С. 9-11.
4. Галич Д.Е., Иванов С.А., Толстиков А.В. Дополнение к фауне водных и наземных полужесткокрылых (Heteroptera) юга Западной Сибири // Вестник ТюмГУ. 2011. № 12. С. 98-102.
5. Галич Д.Е., Ситников П.С. Изменения и дополнения в перечне охраняемых видов беспозвоночных животных Тюменской области и его приложения // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия естественные науки. 2015. №15 (212). Вып. 32. С.94-100.
6. Ситников П.С. Новые находки редких насекомых из Красной книги Тюменской области // Материалы ко второму изданию Красной книги Тюменской области. Тюмень: ООО «ТюменНИИгипрогаз», 2013. С. 95-100.
7. Толстиков А.В., Кузьмин И.В., Столбов В.А. Охраняемые беспозвоночные Тюменской области в коллекции Зоологического музея Тюменского университета // Экология животных и фаунистика: Сб. науч. трудов кафедры зоологии и эволюционной экологии животных. Вып. 9. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2013. С. 161-167.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗВРЕДНОСТИ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ПО ИММУНОЛОГИЧЕСКИМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Кленова И.А.

доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», канд. биол. наук, доцент,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Рудиков Д.А.

доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», канд. техн. наук, доцент,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Рассмотрены вопросы производства искусственных пищевых продуктов, позволяющих удешевить и увеличить производство белковых продуктов при существующей сельскохозяйственной базе в результате снижения потерь и использования непищевого сырья, а также достичь необходимого уровня продовольственной обеспеченности в мире.

Ключевые слова: искусственные пищевые продукты, белковое питание, иммунологические направления.

Питание – является важнейшим экологическим фактором, оно обеспечивает непрерывное развитие и обновление клеток и тканей, а также поступление энергии. В этом плане важная роль принадлежит проблеме рационального питания, от реализации которой во многом зависит здоровье населения. С середины XX века и по настоящее время в мире существует так называемый «белковый кризис» – дефицит белка, который постоянно увеличивается. В качестве мер, направленных на удовлетворение растущих потребностей в белке, организация по вопросам продовольствия и сельского хозяйства при ООН рекомендовала, наряду с традиционными путями, изыскание новых источников белка. По мнению ряда ученых наиболее целесообразным и экономически выгодным путем воспроизводства дефицита белковых веществ служит микробиологический синтез белков одноклеточных. В качестве продуцентов белка могут быть использованы водоросли, бактерии, дрожжи [1].

Субстратом для производства дрожжей могут быть различные углеводсодержащие вещества, в том числе продукты переработки нефтехимической промышленности: природный газ, нефтяные дистилляты, нормальные парафины нефти. Следует отметить, что во многих странах мира предлагалось использовать дрожжевой белок не только в корм сельскохозяйственным животным, но и в пищу человека. В Японии были проведены специальные исследования по изучению воздействия дрожжевого белка на организм человека. Отрицательного влияния этого продукта выявлено не было, вследствие чего он был рекомендован как белковая добавка в пищу, в частности в хлебобулочные изделия.

В конце XX века во многих странах мира белковые концентраты из дрожжей использовали при приготовлении сыров, молочных и кондитерских изделий, паштетов и прочих продуктов.

Интересным оказался и другой процесс – получение грибной биомассы и полноценного грибного белка микопротеина с использованием в качестве субстрата смеси парафинов нефти, растительных углеводов из пищевых отходов, отходов птицеводства и другого сырья.

В настоящее время в пищевых рационах населения многих стран мира отмечается большой дефицит полноценного белка, в результате чего более 60% населения земного шара испытывает хронический недостаток в пищевом белке, особенно в белке животного происхождения. И в современной России существует 3-кратная нехватка мяса.

Голландские ученые выступили с предложением заменить мясо домашних животных мясом насекомых. Таким способом они намерены предотвратить продовольственный кризис и уменьшить выброс углекислого газа в атмосферу, не усугубив парниковый эффект на всей планете.

Результаты последних биологических исследований доказали, что именно в насекомых содержится наибольшее количество полезных белков, минералов и микроэлементов. К примеру, кузнечики на 20% состоят из белков, при этом процент жира в них минимален – всего шесть процентов. Для сравнения в постном говяжьем фарше содержится 24 процента белка и 18 процентов жира.

Несмотря на то, что нетрадиционные белковые продукты проходят очистку от технологических примесей, возможность сохранения в них вредных для организма веществ остается достаточно высокой. Кроме того, продукты белка содержат в своем составе нетрадиционные для микроорганизма вещества, которые могут переходить в готовый продукт.

При попадании с пищей в организм человека эти вещества, являясь факторами малой интенсивности, могут изменять адаптационные свойства организма, что может привести к нежелательным и труднопредсказуемым последствиям [2]. В связи с этим все нетрадиционные пищевые и кормовые добавки должны применяться только после установления их безопасности для организма.

Несмотря на всестороннее изучение нетрадиционных продуктов в различных лабораториях мира, признание их безопасности остается спорным ввиду отсутствия единой методологии их изучения.

Следует отметить, что комплексная оценка белковых продуктов по иммунологическим направлениям не была проведена. В то же время важность такой оценки определяется с одной стороны влиянием белковых продуктов на иммунологический статус, а с другой – особой ролью иммунной системы в поддержании гемостаза и адаптационных свойств организма. В связи с этим данная оценка может являться существенным дополнением в комплексе мер гигиенической оценки.

Таким образом, предлагается проводить оценку безвредности нетрадиционных белковых продуктов при включении их в рацион экспериментальным животным по следующим иммунологическим направлениям:

1. Исследование влияния на уровень неспецифических факторов противомикробной и противовирусной резистентности.
2. Исследование влияния на развитие специфических факторов иммунитета.
3. Исследование аллергических свойств продуктов на моделях гиперчувствительности немедленного и замедленного типов (ГНТ и ГЗТ).
4. Исследование влияния иммунологической нагрузки на проявление антигенных и аллергенных свойств изучаемых продуктов.
5. Для продуктов, полученных по технологии микробиологического синтеза, исследование формирования перекрестной оральноиндуцированной толерантности к микроорганизму – продуценту белка.

При этом исследования следует проводить на 2-3 видах экспериментальных животных, включая крыс, как наиболее близких человеку по процессам пищеварения. Количество экспериментального продукта в рационах должно варьировать от 0% по белку (в контрольной) группе до 100% по белку (в опытной). Срок исследования – от 1 месяца до 1 года.

Список литературы

1. Кленова, И.А. Обоснования комплекса иммунологических подходов к гигиенической оценке белковых продуктов, полученных по технологии микробиологического синтеза из представителей микомицетов [текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.07, 14.00.07 / И.А. Кленова. – Ростов н/Д, 1987. – 217 с.

2. Кленова И.А. Экологические подходы к оценке безвредности нетрадиционных белковых продуктов. /Кленова И.А., Рудиков Д.А./ Заметки ученого, №7, 2016. С. 132-137.

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АТТЕНУАЦИИ РЕЗЕРВНОГО ДОНОРА ЖИВОЙ ГРИППОЗНОЙ ВАКЦИНЫ В/ЛЕНИНГРАД/14/17/55

Крутикова Е.В.

младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт экспериментальной медицины»,
Россия, г. Санкт-Петербург

Федорова Е.А.

научный сотрудник, канд. биол. наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт экспериментальной медицины»,
Россия, г. Санкт-Петербург

Большунова Е.А.

студентка, Санкт-Петербургский государственный технологический институт,
Россия, г. Санкт-Петербург

Киселева И.В.

зав. лаб. вакцинных штаммов, д-р. биол. наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Россия, г. Санкт-Петербург

Была подготовлена коллекция реассортантных вакцинных штаммов между резервным донором аттенуации и современным эпидемическим вирусом гриппа В. Показана роль мутантных генов резервного донора аттенуации в формировании температурочувствительного фенотипа реассортантов.

Ключевые слова: вирус гриппа, грипп, живая гриппозная вакцина, донор аттенуации.

Острые респираторные инфекции до сих пор являются одной из ведущих причин смертности у детей и взрослых, гриппозную инфекцию можно предотвратить и лечить с помощью вакцинации и противовирусной терапии. Вакцинопрофилактика – это наиболее разумная мера защиты людей от гриппа и сдерживания его распространения [2, с. 10].

Эффективность вакцины против сезонного гриппа напрямую зависит от степени соответствия между антигенной структуры штаммов вируса гриппа в вакцине, и штаммов, циркулирующих среди населения в течение эпидемического сезона.

На сегодняшний день известно 18 подтипов геммаглоутина (НА) и 9 подтипов нейраминидазы (НА) вируса гриппа А, в то время как вирус гриппа В разделяют только на две антигенные разновидности: линию Ямагата и линию Виктория [3, с. 2865]. Тем не менее, не стоит недооценивать вирус гриппа В; в то время, как вирусы гриппа А эволюционируют с помощью антигенного сдви-

га, вирусы гриппа В прибегают к различным механизмам удаления, вставки и замены в разных участках генома со-циркулирующих штаммов [4, с. 1583].

Вирус гриппа В, являясь возбудителем сезонных вспышек гриппа, вызывает респираторные инфекции у людей во всем мире. Тем не менее, многие аспекты биологии и эпидемиологии вирусов гриппа В гораздо менее изучены по сравнению с вирусом гриппа А. Одним из таких аспектов является установление молекулярных механизмов аттенуации вирусов гриппа В. Изучение этого важного аспекта может открыть новое в понимании взаимодействия между вирусом и хозяином.

Существует два типа противогриппозных вакцин: аттенуированные (живые) и инактивированные (убитые). Аттенуированным вирусом считается тот, который утратил свою вирулентность (способность размножаться в нижних дыхательных путях), но остался иммуногенным (размножается в верхних дыхательных путях, вызывая при этом иммунный ответ).

Живые гриппозные аттенуированные вакцины (ЖГВ) хорошо зарекомендовали себя и успешно используются для иммунизации уже более сорока лет. Для получения живой гриппозной аттенуированной вакцины типа В в России используется холодадаптированный (ХА) донор аттенуации В/СССР/60/69 (В/60) [1, с. 151]. Донор В/60 был получен в отделе вирусологии им. А.А. Смородинцева Института экспериментальной медицины (ИЭМ) в 1960-1970 годах. Одновременно с В/60 в ИЭМе был получен еще один ХА донор – В/Ленинград/14/17/55 (В/14). Полученные доноры использовались в качестве доноров аттенуации для подготовки ЖГВ, но затем в качестве окончательного варианта выбрали донор В/60, а донор В/14 остался в качестве резервного.

Для выяснения роли отдельных генов в аттенуации вирусов гриппа В были изучены биологические и генетические характеристики резервного донора В/14 и была подготовлена коллекция реассортантных штаммов на основе этого донора и «дикого» вируса гриппа В/Индиана/25/2015 (В/Инди) (таблица). Вирус гриппа В/Инди в качестве модельного «дикого» вируса для скрещивания с резервным донором был выбран не случайно, он обладает фенотипом, отличным от фенотипа донора В/14.

Таблица

Биологические характеристики реассортантов, полученных в результате скрещивания донора аттенуации В/Ленинград/14/17/55 и «дикого» вируса В/Индиана/25/2015

№ кло-на	Сегмент генома								Фенотип
	PB2	PB1	PA	HA	NP	NA	M	NS	
29	В/14	В/Инд	В/Инд	В/Инд	В/14	В/Инд	В/14	В/14	ts, ca
32	В/Инд	В/Инд	В/Инд	В/Инд	В/14	В/14	В/14	В/Инд	non-ts, ca
38	В/14	В/14	В/Инд	В/Инд	В/14	В/14	В/14	В/14	ts, ca
64	В/14	В/14	В/Инд	В/Инд	В/14	В/14	В/14	В/14	ts, ca
66	В/14	В/Инд	В/14	В/Инд	В/14	В/14	В/14	В/14	ts, ca
76	В/Инд	В/14	В/14	В/Инд	В/14	В/Инд	В/14	В/14	non-ts, ca
78	В/14	В/Инд	В/Инд	В/Инд	В/14	В/14	В/Инд	В/Инд	ts, ca
81	В/14	В/14	В/14	В/Инд	В/14	В/Инд	В/14	В/14	ts, ca

Из данной таблицы следует, что включение в состав генома реассортантов гена PB2 является необходимым условием для формирования температурочувствительного фенотипа. Кроме того, показана важная роль второго полимеразного гена – PA, который в сочетании с геном PB2 усиливает температурочувствительность реассортантных вирусов. Присутствие в геноме реассортантов PB2 гена от «дикого» родителя не оказывает влияние на фенотипические свойства реассортантов, которые остаются температуроустойчивыми, как их «дикий» родитель.

Таким образом, в работе была продемонстрирована важная роль генов, кодирующих белки полимеразного комплекса, в аттенуации вирусов гриппа В, оцениваемой по температурочувствительному фенотипу.

Список литературы

1. Александрова Г.И., Климов А.И. Живая вакцина против гриппа. СПб: Наука. 1994. – 151 с.
2. Gendon Iu.Z. Vaccines and chemicals for the prevention of influenza // Vopr. Virusol. 2007. № 52(1). P. 4–10.
3. Kanegae Y., Sugita S., Endo A., Ishida M., Senya S., et al. Evolutionary pattern of the hemagglutinin gene of influenza B viruses isolated in Japan: cocirculating lineages in the same epidemic season // J. Virol. 1990. № 64. P. 2860–2865.
4. Nerome R., Hiromoto Y., Sugita S., Tanabe N., Ishida M., et al. Evolutionary characteristics of influenza B virus since its first isolation in 1940: dynamic circulation of deletion and insertion mechanism // ArchViro. 1998. № 143. P. 1569–1583.

АКТИВНОСТЬ АТФаз ЭРИТРОЦИТОВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА

Мосягин В.В.

профессор кафедры физиологии и химии, доктор биологических наук,
ФГБОУ ВО Курская государственная сельскохозяйственная
академия имени И.И. Иванова, Россия, г. Курск

Миненков Н.А.

доцент кафедры физиологии и химии, кандидат биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО Курская государственная сельскохозяйственная акаде-
мия имени И.И. Иванова, Россия, г. Курск

Лебедева Н.В.

доцент кафедры физиологии и химии, кандидат биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО Курская государственная сельскохозяйственная
академия имени И.И. Иванова, Россия, г. Курск

В результате биохимических опытов установлена возрастная динамика активности АТФаз цитоплазматических мембран и ядер эритроцитов цыплят. Наибольшая возрастная динамика отмечена у HCO_3^- -АТФазы цитоплазматических мембран эритроцитов. HCO_3^- АТФаза ядер имеет отрицательную возрастную динамику.

Ключевые слова: АТФаза, цитоплазматические мембраны, ядра, эритроциты, цыплята.

Известно, что активность ферментов зависит от степени воздействия различных факторов внешней и внутренней среды клетки, таких как изменение pH, концентрации субстрата, химическая модификация молекул, наличие специфических активаторов и ингибиторов, изменения проницаемости мембран, скорости деградации молекул фермента, индукции и репрессии биосинтеза белка молекул ферментов и др. [5, 1].

Транспортные аденозинтрифосфатазы участвуют в процессе переноса через биомембраны клеток различных веществ (ионов электролитов, сахаров, аминокислот, метаболитов и др.) поэтому они чутко реагируют на изменение внутренней и внешней среды, регулируя в соответствии с этим интенсивность своей работы. На их активность оказывают влияние различные факторы, например, бактериальные токсины [6].

В связи с этим важным является установление референтных показателей активности АТФаз тканей и органов различных видов животных, в частности птиц.

Материалы и методы. Исследование проводили на цыплятах-бройлерах кросса «ISA». Кровь брали в 1, 10, 20, 30 и 40 сут. возрасте из вен шеи после умерщвления декапитацией, и из подкрыльцовой вены. Кровь стабилизировали средой Алсвера.

Выделение ядер и цитоплазматических мембран эритроцитов цыплят-бройлеров осуществляли методом 3-х кратного замораживания-оттаивания в растворе сахарозы ($\rho=1,176$), содержащем 50 ммоль·л⁻¹ трис-Н₂SO₄ буфер (pH 7,4) с последующим центрифугированием 30 мин при 1000 об·мин⁻¹.

Активность АТФаз оценивали [3] по приросту неорганического фосфата после инкубации при 37⁰С и выражали в наномолях неорганического фосфата (Фн) отщепленного 1 мг белка в 1 мин. При этом активность Mg²⁺ – АТФазы определяли в 50 mM трис-Н₂SO₄ буфере (pH 7,4) содержащем 60 mM NaCl, 2 mM АТФ и 2 mM MgCl₂. Активность Na⁺, K⁺ – АТФазы измеряли в той же среде, заменяя 15 mM NaCl на 15 mM KCl. Ca²⁺-АТФазную активность определяли, внося в среду 5×10⁻⁴ M CaCl₂. Уровень HCO₃⁻-АТФазной активности оценивали при замене 30 mM NaCl на 30 mM NaHCO₃. Неорганический фосфат [4] и мембранный белок [2] определяли спектрофотометрическим методом. Полученные данные подвергались биометрической обработке с использованием программ STATISTICA 6,0 и MS Office Excel.

Таблица 1

Активность АТФаз цитоплазматических и ядерных мембран эритроцитов цыплят различного возраста

Возраст, сут	АТФаза			
	Mg ²⁺ -	Na ⁺ ,K ⁺ -	Ca ²⁺ -	HCO ₃ ⁻ -
1	2	3	4	5
Цитоплазматическая мембрана				
1	8,32±0,12	12,37±0,13	10,36±0,14	12,15±0,13
10	9,46±0,13	11,09±0,11	10,23±0,05	12,73±0,20
20	10,51±0,16	12,22±0,09	11,57±0,15	14,91±0,09
30	10,93±0,15	13,63±0,16	12,32±0,11	16,89±0,15
40	12,74±0,26	14,51±0,20	13,53±0,25	22,79±0,23

1	2	3	4	5
Ядерная мембрана				
1	4,89±0,18	5,08±0,14	5,05±0,15	14,61±0,43
10	4,43±0,07	4,47±0,11	4,49±0,12	10,05±0,07
20	4,6±0,06	4,61±0,10	4,81±0,08	9,53±0,08
30	5,84±0,06	5,95±0,07	6,16±0,08	9,50±0,11
40	7,05±0,17	7,09±0,14	7,40±0,09	8,97±0,13

Регрессионный анализ данных этой таблицы позволил установить следующие уравнения возрастной динамики активности АТФаз цитоплазматических мембран и ядер эритроцитов цыплят:

Таблица 2

Уравнения регрессии возрастной динамики активности АТФаз

АТФаза	Цитоплазматические мем- браны эритроцитов	Ядра эритроцитов
Mg^{2+} -	$y=8,3473+0,1025x$	$y=3,2099+0,0909x$
Na^+, K^+ -	$y=9,9405+0,1169x$	$y=3,2284+0,092x$
Ca^{2+} -	$y=9,2499+0,1064x$	$y=3,1963+0,1008x$
HCO_3^- -	$y=8,7903+0,3215x$	$y=10,334-0,0328x$

Таким образом, установлено, что наибольшую возрастную динамику имеет HCO_3^- -АТФаза цитоплазматических мембран, а HCO_3^- -АТФаза ядер имеет отрицательную возрастную динамику. Это, вероятно, связано с утратой определенных функций ядер с возрастом цыплят.

Список литературы

1. Болдырев А.А. Регуляция активности мембранных ферментов [Текст] / А.А. Болдырев // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 6. – С. 21-27.
2. Досон Р. Справочник биохимика [Текст] / Р. Досон, Д. Элиот, У. Эллиот. – М.: Мир, 1991. – 565 с.
3. Иващенко А.Т. Выделение и свойства аниончувствительной аденозинтрифосфатазы из мембран эритроцитов [Текст] / А.Т. Иващенко, И.А. Бушнева // Биохимия. – 1981. – Т.45, № 3. – С. 486-488.
4. Кондрашова М.Н. Метод определения неорганического фосфата по спектрам поглощения молибдатных комплексов в ультрафиолете [Текст] / М.Н. Кондрашова, М.Н. Лесогорова, С.Э. Шноль // Биохимия. – 1965. – Т.30, вып.3. – С. 567-562.
5. Чернов Н.Н. Ферменты в клетке и пробирке [Текст] / Н.Н. Чернов // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №5. – С. 28-34.
6. Шубин В. С. Влияние холерного токсина на активность АТФаз слизистой оболочки тонкого кишечника кроликов [Текст] / В. С. Шубин, В. А. Юркив // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2012. – С. 709-712.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА БЫЧКОВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД И ГЕНОТИПОВ

Мустафин Р.З.

заведующий кафедрой технологии производства и переработки продукции животноводства, доцент, канд. биол. наук, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, Россия, г. Оренбург

Бабичева И.А.

заведующая кафедрой химии, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, Россия, г. Оренбург

Титов М.Г.

студент направления подготовки 36.04.02 – Зоотехния (магистратура), канд. биол. наук, ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, Россия, г. Оренбург

В статье приводятся результаты исследований по содержанию тяжелых металлов и токсинов в мясе и по его качеству у бычков различных генотипов. Установлено, что целесообразно комплектовать откормочные комплексы закрытого типа скотом мясных пород, в частности, герефордской и абердин-ангусской которые обладают более высокой мясной продуктивностью и лучшим качеством мяса.

Ключевые слова: корма, бычки, генотип, живая масса, токсичные элементы, мясная продуктивность и качество мяса.

Введение. Среди основных факторов, определяющих конкурентоспособность пищевых продуктов в современном мире, все большее значение приобретают ее качество и безопасность. Эти показатели становятся все более значимыми, оставляя далеко позади такие критерии, как цена продукта и ареал его традиционного потребления. От качества продуктов питания зависят здоровье населения, его трудовая активность.

Современная ситуация требует системного подхода к вопросам контроля сырья и пищевых продуктов с целью обеспечения их безопасности, качества и доступности в необходимом количестве, обеспечивающем полноценное питание и здоровье всех групп населения [1-3].

Исходя из вышеизложенного, нами было проведено исследование по изучению качественных показателей мяса животных различных генотипов в условиях промышленной технологии.

Целью данной работы являлось изучение продуктивных качеств животных различных пород и генотипов в условиях промышленного комплекса.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач в промышленном комплексе по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота были сформированы четыре группы бычков в 6 месячном возрасте: I группа – помеси герефорд × черно-пестрая, II – симментальская, III – герефордская и IV группа – абердин-ангусская порода. Животные содержались на втором периоде по 18 голов в клетке. Кормление и поение осуществлялось по технологии, принятой на данном комплексе.

Результаты исследования. С целью изучения экологической безопасности мяса нами были проведены исследования по определению уровня концентрации токсичных элементов и радионуклидов в средней пробе мяса бычков различных генотипов (таблица).

Таблица

Массовая концентрация токсичных элементов и радионуклидов в мясе

Показатель	Ед. изм.	по НД не более в нат. в-ве	Группа			
			I	II	III	IV
Медь	мг/кг сух. в-ва	5	1,61	1,47	1,95	1,60
Цинк	-//-	70	93,55	81,05	88,30	78,60
Свинец	-//-	0,5	0,61	0,40	0,55	0,47
Кадмий	-//-	0,05	0,04	0,04	0,05	0,07
Цезий-137	бк/кг	160,0	18,0			
Стронций-90	бк/кг	50,0	1,7			

Из приведенных в таблице данных видно, что в зависимости от генетического потенциала продуктивности животных отмечены следующие изменения. Так, самый высокий уровень меди отмечен у бычков герефордской породы 1,95 мг/кг, а у особей других групп он был ниже на 17,4 – 24,6%. По цинку установлены иные различия, наибольшее количество его было у герефорд х черно-пестрых помесей – 93,55 мг/кг, более низкий уровень данного элемента был отмечен у абердин-ангусов на 16,0% меньше по сравнению с особями I группы. По свинцу наибольшая концентрация отмечена у помесей герефорд х черно-пестрой – 0,61 мг/кг, тогда как у герефордской и абердин-ангусской пород она была ниже на 9,8 и 23,0% соответственно, существенное же снижение было установлено у симменталов – на 34,4%. По кадмию наивысший уровень отмечен у бычков абердин-ангусской породы – 0,07 мг/кг, у животных других групп уровень данного элемента был ниже на 28,6 – 42,9%.

Сравнительный анализ полученных данных констатирует, что содержание токсических элементов и уровень радионуклидов в мясе находилось вне зависимости от генетического потенциала особей. В целом качественная характеристика свидетельствует о том, что данная продукция отвечает медико-биологическим требованиям и санитарным нормам.

Таким образом, основываясь на показателях химико-биологической оценки мяса, наиболее целесообразно комплектовать откормочные комплексы закрытого типа животными мясных пород, в частности, герефордской и абердин-ангусской, которые обладают более высокой мясной продуктивностью и лучшим качеством мяса.

Список литературы

1. Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г. Качественные показатели продуктов убоя и выход основных питательных веществ у бычков различных генотипов при промышленной технологии выращивания // Вестник мясного скотоводства. 2009. Т. 1. № 62. С. 9-12.
2. Ажмулдинов, Е. А. Повышение эффективности производства говядины / Е. А. Ажмулдинов, П. И. Бельков, В. И. Левахин. Оренбург, 2000. – 274 с.

3. Никулин В.Н. Закономерности изменения биохимических и гематологических показателей молодняка крупного рогатого скота под воздействием кормовых добавок и микробных препаратов / В.Н. Никулин, И.А. Бабичева, Р.З. Мустафин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2015. – № 5 (55). – С. 146-148.

ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ РОДА TAMARIX L. В ГЛАВНОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ РАН В МОСКВЕ

Павлова И.В.

младший научный сотрудник отдела флоры,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Россия, г. Москва

Воронина О.Е.

ст. лаборант с высшим проф. образованием, отдел флоры, канд. с/х наук,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук, Россия, г. Москва

В статье представлены результаты исследований особенностей роста и развития *Tamarix hohenackeri* Bunge, *Tamarix litwinowii* Gorschk, *Tamarix ramosissima* Ledeb., произрастающих в зоне средней полосы России, на экспозиции растений Средней Азии Главного ботанического сада РАН в Москве. Показано, что средний прирост единичных побегов для каждого вида в последние два года был почти одинаков. Растения адаптировались к климатическим условиям, что подтверждается активным приростом новых побегов, устойчивым цветением и длительностью культивирования более 60 лет.

Ключевые слова: *Tamarix hohenackeri* Bunge, *Tamarix litwinowii* Gorschk, *Tamarix ramosissima* Ledeb., интродукция, коллекция растений Средней Азии, озеленение, длина побега, климат.

Коллекция растений Средней Азии Главного ботанического сада РАН была заложена доктором биологических наук, профессором М.В. Культиасовым в конце 30-х годов прошлого века, в 1946 г. растения этой коллекции были перенесены на участок отдела флоры в Останкино [6, с. 1-6]. Для размещения растений на экспозиции флоры Средней Азии использован ботанико-географический принцип: растения высажены пейзажными группами, имитирующими природные ландшафты Средней Азии. При подборе сочетаний растений моделью служили природные растительные сообщества [3, с. 333; 2, с. 34]. Тамариксы, или гребенщики выращиваются на экспозиции с 1954 г., их черенки привезены из Узбекистана (Ташкент, ЦБС НАН). В коллекции ГБС три вида гребенщиков: гребенщик Гогенакера (*Tamarix hohenackeri* Bunge) г. Литвинова (*Tamarix litwinowii* Gorschk), г. многоветвистый (*Tamarix ramosissima* Ledeb.) [4, с.588]. На экспозиции флоры Средней Азии эти виды хорошо растут в течение многих лет благодаря тому, что участок находится на высоком берегу р. Лихоборка, сложенном из многометрового слоя песка, а длинные корни кустарников достигают уровня грунтовых вод [1, с. 95].

Приуроченность основных видов тамариксов к климату пустынь говорит о теплолюбивости и жаровыносливости этих растений. Произрастание, в большинстве случаев, на почвах с близким залеганием грунтовых вод, редуцированные листовые пластины, большая осмотическая сила корней, высокая транспирационная способность, светло-сизый (отражающий свет) окрас зелени, ажурность кроны (освещенность всех побегов), суккулентность зелени – все это приспособления растений к жизни на территориях с высокими температурными значениями и сухим летним периодом [7, с. 12-17, 72-74].

Кардинальные различия климата Москвы и Средней Азии ограничивают возможности культивирования многих теплолюбивых видов среднеазиатских растений в ГБС РАН. Климатические условия средней полосы России отличаются от среднеазиатских не только более низкой среднегодовой температурой, меньшим показателем солнечной инсоляции, но и значительно большим количеством осадков. В связи с этим, основное внимание, при интродукции растений уделялось устойчивости, жизнеспособности и способности к воспроизводству в новых климатических условиях.

По данным Ф.Н. Русанова, «к группе более или менее морозостойких тамариксов относятся *T. ramosissima*, *T. hohenackeri*. В этом списке они расположены по убывающей степени морозостойкости. Необходимо также заметить, что перезимовке тамариксов на севере благоприятствует глубокий снежный покров». *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* Ф.Н. Русанов относит к группе северных видов и по его данным, эти виды выдерживают минимальные температуры $-41,7^{\circ}\text{C}$ и $-32,9^{\circ}\text{C}$ соответственно. *T. passerinoides* (*T. litwinowii*), выдерживающий минимальные температуры до $-17,0^{\circ}\text{C}$, Ф.Н. Русанов относит к группе южных иранских видов [7, с. 104-106].

По нашим многолетним наблюдениям, в условиях Москвы, в суровые зимы ($-38,1^{\circ}\text{C}$ в 1956 г.) [8] все виды гребенщиков обмерзают, однако наиболее устойчивым к низким зимним температурам является *T. litwinowii*, у него, как правило, обмерзают только концы побегов, иногда он теряет часть побегов. *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* более подвержены воздействию низких температур. У *T. ramosissima* зимой большая часть побегов обмерзает или высыхает. *T. hohenackeri* наименее зимостоек, даже в мягкие зимы он обмерзает до уровня снега, а в холодные малоснежные зимы и до уровня почвы, и лишается большей части надземной массы, остаётся только нижняя часть одревесневших ветвей. Таким образом, в условиях средней полосы, в суровые зимы все виды гребенщиков обмерзают, иногда до уровня снега, но затем снова отрастают. К началу цветения кусты достигают высоты 1,5-3 м и становятся необычайно декоративными.

T. litwinowii образует соцветия только на старых ветвях и побегах предыдущего года (как правило, часть побегов обмерзает зимой и цветение редко бывает обильным). Тогда как у *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* возможно не только весеннее цветение на старых ветвях, но и летнее цветение на растущих побегах текущего года, поэтому цветение последних двух видов более длительное и обильное.

На экспозиции представлены 3 вида вышеперечисленных тамариксов, полученных черенками в 1954 г. из Ташкентского ботанического сада (ЦБС НАН), впервые они зацвели в 1955 г. [6, с. 215]. В конце мая – начале июня

зацветает *T. litwinowii* с белыми цветками, цветение длится около 3-х недель. С разницей в несколько дней в июне зацветает *T. ramosissima*, его цветение обильное и продолжительное, длится более месяца. Цветки сиреневато-розовые, собранные в густые сложные метёлки. Последним зацветает *T. hohenackeri* с нежно-розовыми цветками. Этот вид наименее зимостоек и сильно обмерзает даже в мягкие зимы, поэтому к моменту цветения первых двух видов он только отрастает, зато пик его обильного и продолжительного (более месяца) цветения приходится на июль-август, когда предыдущие виды уже отцвели. В августе – начале сентября наблюдается повторное цветение двух видов: *T. ramosissima* и *T. hohenackeri*. Плодоношение не регулярное, плоды – мелкие коробочки созревают в августе-сентябре [5, с. 112].

«В природе *T. hohenackeri* и *T. ramosissima* нередко развиваются в деревья 5-6 м высотой» [7, с. 11]. Однако в условиях Москвы, эти виды растут как невысокие кустарники 1,5-2,5 м высотой, и только *T. litwinowii* образует крупные, раскидистые кусты 2,5-3 м высотой.

Мы проследили динамику роста и развития побегов трёх видов тамариксов в течение вегетационных сезонов 2015 и 2016 гг. в климатических условиях Москвы. Измерения длины побегов проводили традиционными методами, для обеспечения достоверности результатов выборка составила не менее 15-25 повторностей для каждого вида.

Необходимо отметить, что последние годы климат Москвы и Московской области значительно потеплел, что положительно отразилось на росте и развитии растений коллекции флоры Средней Азии ГБС РАН. По данным сайта Gismeteo.ru [8] 2015 год в целом стал одним из наиболее теплых за историю наблюдений со средней годовой температурой +7,5⁰С. Осадков выпало около нормы – 718 мм. За последние два – три года существенно сократилась повторяемость морозной и жаркой погоды, хотя период вегетационного роста растений отличался более низкими ночными температурами. Повышение среднегодовой температуры положительно сказалось на развитии тамариксов. Цветение в 2016 году *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* было обильным и необычайно красивым. Средний прирост единичных побегов за вегетационные периоды 2015 и 2016 гг. был одинаков для каждого из трёх видов тамариксов (таблица).

Таблица

Длина (среднее) побегов за 2015-2016 гг.

Вид	Длина побега, см		Среднегодовая температура, °С			Среднегодовые осадки, мм		
	2015	2016	2014	2015	2016*	2014	2015	2016*
<i>Tamarix litwinowii</i>	159.03 ±17.90	157.5 ±18.41	+6.8	+7.5	+7.1	487 (70% от нормы)	718 (104% от нормы)	437**
<i>Tamarix ramosissima</i>	147.57 ±15.56	148.80 ±14.40						
<i>Tamarix hohenackeri</i>	165.68 ±21.98	171.8 ±25.74						

* Среднегодовые значения посчитаны за 10 месяцев 2016 года [8].

**За летний период 2016 года осадков выпало в 1.5 раза больше нормы [8].

Полученные данные свидетельствуют, что средний прирост единичных побегов для каждого вида представленных тамариксов в последние два года был почти одинаков. Растения адаптировались к климатическим условиям Москвы, что подтверждается активным приростом новых побегов и устойчивым цветением, длительностью культивирования более 60 лет. Из описанных видов, наиболее декоративны обильно цветущие *T. ramosissima* и *T. hohenackeri*, в то же время, *T. litwinowii* отличается большей морозостойкостью. Мы считаем, что *T. ramosissima*, *T. hohenackeri* и *T. litwinowii*, представленные на экспозиции флоры Средней Азии ГБС РАН, можно рекомендовать для озеленения Москвы и прилегающих областей.

Список литературы

1. Ботанико-географические экспозиции растений природной флоры. Итоги сохранения биоресурсов *ex situ*. М.: ГЕОС. 2007. 226 с.
2. Павлова И.В. Экспозиция растений Средней Азии в Главном ботаническом саду РАН в Москве// Бюллетень Главного ботанического сада. 2015. Вып. 201. № 4. С 34-39.
3. Павлова И.В., Воронина О.Е. Растения для природного сада из коллекции флоры Средней Азии ГБС РАН// Цветоводство: история, теория, практика: материалы VII международной конференции (24 – 26 мая 2016, Минск, Беларусь) Минск: Конфидо, 2016. С. 333 – 335.
4. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции// Отв. ред. А.С. Демидов. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2013. 657 с.
5. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду. Путеводитель по дубраве и экспозициям отдела флоры ГБС РАН// М.: ГЕОС.2008. 208 с.
6. Растения природной флоры СССР. Краткие итоги интродукции в Главном ботаническом саду Академии наук СССР// М.: АН СССР. 1961. 359 с.
7. Русанов Ф.Н. Среднеазиатские тамариксы// Ташкент: Из-во АН УзССР. 1949. 158 с.
8. Сайт <https://www.gismeteo.ru>

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ЭКОСИСТЕМ ТАЙМЫРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Полежаев А.В.

студент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина», Россия, г. Бийск

В статье приводится обзор некоторых литературных данных по Таймырскому заповеднику, касающихся физико-географических показателей, биоразнообразия, эндемика России – краснозобой казарки и таймырской популяции дикого северного оленя.

Ключевые слова: заповедник «Таймырский», экосистемы, территория, природные условия, растительный и животный мир.

Государственный биосферный заповедник «Таймырский», один из крупнейших российских заповедников, расположен на полуострове Таймыр в Красноярском крае [10, 11]. Заповедник функционирует более 35 лет, однако

история планов его создания насчитывает гораздо больше времени – с 1939 г. Общая площадь заповедника превышает 2,71 млн. га [12, 13]. Особое внимание при организации заповедника уделялось охране и исследованию естественных равнинных и горных тундровых экосистем в условиях тундры и самых северных на планете лесов, произрастающих в бассейне Хатанги на участках Ары-Мас и Лукунский.

Территория заповедника включает 4 участка: основной из них находится – в Хатангском и Диксонском административных районах Таймырского АО, а также участки – «Ары-Мас», «Лукунский», «Арктический» и охранный зона в Хатангском районе Таймырского АО [11, 12, 13]. Территориально участки заповедника представлены зоной лесотундры, подзонами южных, типичных и арктических равнинных тундр, а также горными тундрами гор Бырранга и акваторией заливов моря Лаптевых. Бырранга – самая северная в Российской Федерации горная система и самая северная материковая горная система на планете.

Рельеф основной части территории заповедника – равнинный. Вся территория подвержена сплошной многолетней мерзлоте.

Южные участки охраняемой территории "Ары-Мас" и "Лукунский" находятся в долинах крупных рек – Новой и Хатанги. Участок "Ары-Мас" в основном расположен на высоких террасах реки Новая, сформированных песчаными отложениями, только южная крайняя часть участка выходит за пределы этой долины. Абсолютные отметки моренных холмов значительные и достигают 100 м. Рельеф второго заповедного участка "Лукунский" спокойный, пологохолмистый, абсолютные высоты не велики – 25–40 м. Практически вся его площадь приурочена к притеррасной и пойменной частям рек Лукунской и Хатанги.

Основная площадь заповедной территории и охранный зона "Бикада" находятся на границе Северо-Сибирской низменности и гор Бырранга, охватывая обе структуры.

Главные водотоки равнинной территории – это притоки Хатанги: Новая и Лукунская на юге; Верхняя Таймыра, Логата с притоками Тундровая и Сырутадяму – на севере; Бикада с притоками Холидые-Тари и Неньгатья-Тари – в охранный зоне [11, 12, 13]. Заповеднику принадлежат также заливы самого крупного озера Таймыр: бухта Ледяная, Байкуранеру, Байкуратурку.

Климат на территории заповедника «Таймырский» характеризуется как резко континентальный, что свидетельствует об его суровости, продолжительных и холодных зимних периодах. В летнее время случаются заморозки и выпадает снег, даже в июле. Зимой водоёмы покрываются мощным слоем льда, достигающим 2-х м.

Необычную красоту заповедной территории придают субарктические и арктические тундры, привлекательно-живописные в летний период и суровые, невзрачные в зимние месяцы.

Несмотря на суровые природные условия Таймырского заповедника, он обладает богатым и уникальным биоразнообразием [11, 12, 13, 14]. В заповеднике зарегистрировано 430 видов высших сосудистых растений, 222 вида

мхов и 265 – лишайников. Здесь обитают 21 вид млекопитающих, в т. ч. дикий северный олень. Примечательно то, что на Таймыре сосредоточено крупнейшее в мире стадо данного вида животных.

Более 2-х десятилетий назад в таймырской тундре начали экспериментировать расселение овцебыка, которого завозили из Канады и США. Первые животные успешно расселились в восточной оконечности Таймыра. В восточной части зоны Бикада в межгорных котловинах в теплое время года можно наблюдать большие группы овцебыков. Сейчас поголовье этих редких и уникальных животных включает почти 8 тыс. особей.

На территории заповедника обитает 116 видов птиц, 74 из которых гнездятся. Среди водных птиц характерны гусь-гуменник, гага-гребенушка, тундровый лебедь, чернозобая и полярная гагары, различные кулики и чайки. На крутых обрывистых террасах по берегам рек гнездятся пернатые хищники – сапсан, зимняк и белая сова [13], которые повсеместно подвержены угрожающим факторам антропогенного и иного характера, неуклонно снижают свою численность. Поэтому во многих регионах страны в связи с возрастающей уязвимостью пернатых хищников важной экологической задачей является совершенствование их охраны [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8].

Особое внимание в деятельности заповедника уделяется охране эндемика России – краснозобой казарки (рис. 1) и таймырской популяции дикого северного оленя (рис. 2) [11].

Удаленность от цивилизации и труднодоступность заповедника [9] для людей придает ему свою особенную специфику: представители фауны охраняемых территорий – птицы и звери, легко доступны для наблюдения даже с очень близкого расстояния, так как совершенно не боятся человека. Представляет также большой интерес для наблюдателя растительный мир заповедника, отдельные растения которого нигде больше не встречаются.

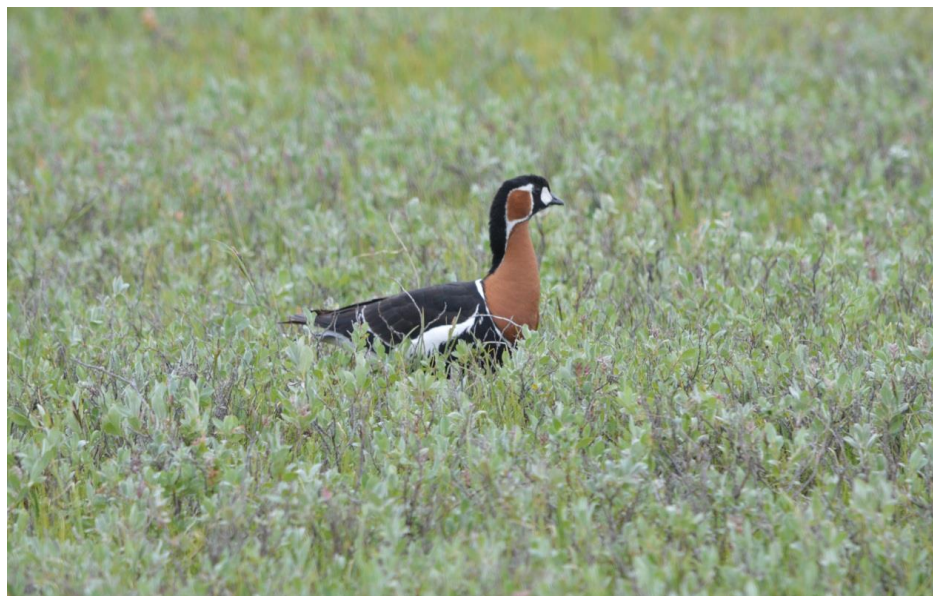


Рис. 1. Краснозобая казарка (фото С.В. Вазова, 2016 г.)



Рис. 2. Дикий северный олень (фото С.В. Вазова, 2016 г.)

Зрительная привлекательность, многосторонние жанры и пейзажность таймырской природы являются национальным достоянием, создают предпосылки для трансформации их в качестве уникального товара, который можно предложить любителям экстремальных путешествий и туристам [3, 9]. Это придает арктическим ландшафтам не только эстетическую, но и реальную экономическую значимость.

Список литературы

1. Вазов В.М., Вазов С.В., Бахтин Р.Ф. К вопросу об экологии соколообразных и совообразных в агроландшафтах Алтайского края // Мир науки, культуры, образования. 2015. №1. С. 398-400.
2. Вазов В.М., Фефелова А.Ю. Некоторые аспекты экологии и гнездовой биологии филина в агроландшафтах Алтайского региона // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №3 (часть 3). С. 398-401.
3. Вазова Е.В. Жанровые мотивы в пейзажной живописи Алтая XX века в контексте традиций русской художественной школы: автореф. дисс. ... канд. искусствоведения. Барнаул, 2010. 22 с.
4. Вазов С.В. Экология и распространение соколообразных и совообразных в предгорьях Алтая: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2012. 22 с.
5. Вазов С.В., Бахтин Р.Ф., Вазов В.М. О лимитирующих факторах популяции филина на Алтае // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №2 (часть 4). С. 607.
6. Вазов С.В., Бахтин Р.Ф., Вазов В.М. О лимитирующих факторах популяции ушастой совы на Алтае // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №2 (часть 4). С. 607.
7. Вазов С.В., Бахтин Р.Ф., Вазов В.М. О необходимости внесения домового сыча в Красную книгу Алтайского края // Алтай: экология и природопользование: тр. XV Российско-монгольской науч. конф. молодых ученых и студентов. Бийск: АГППУ им. В.М. Шукшина, 2016. С. 76-80.
8. Вазов С.В., Бахтин Р.Ф., Вазов В.М. О статусе некоторых видов птиц в Красной Книге Алтайского края // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №4 (часть 2). С. 504-506.

9. Комплексная арктическая экспедиция Исследовательского центра «Финвал» [электронный ресурс]. – URL: http://www2.bigpi.biysk.ru/wwwsite/print.php?type=N&item_id=1732 (дата обращения: 15.10.2016).
10. Пестряков Б. Заповедник «Таймырский» – хранитель палеонтологических памятников России // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2002. № 1-2. С. 145-147.
11. Таймырский заповедник [электронный ресурс]. – URL: <http://www.floranimal.ru/national/park.php?pid=25> (дата обращения: 15.10.2016).
12. Таймырский заповедник. История, факты [электронный ресурс]. – URL: http://etosibir.ru/tajmyrskij-zapovednik_menu_istoria_fakty/ (дата обращения: 15.10.2016).
13. Таймырский заповедник [электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 01.10.2016).
14. Флора и растительность Таймырского заповедника [электронный ресурс]. – URL: <http://mesta.anabar.ru/taimyr/raste.htm> (дата обращения: 01.10.2016).

О СИСТЕМНОМ СТАТУСЕ РАЗМНОЖЕНИЯ, ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И РАБОТЫ СУСТАВА

Сизиков В.П.

доцент кафедры высшей математики, канд. техн. наук, доцент,
Омский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Омск

Разумов В.И.

заведующий кафедрой философии, д-р филос. наук, профессор,
Омский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Омск

На основе ДИС-технологии как системной методологии предложен подход, расширяющий содержание феноменов размножения, искусственного интеллекта, работы сустава, характерных для биологических объектов. Установлена связь размножения с механизмами выстраивания иерархии в системах. Поставлен вопрос о носителях интеллекта, а также учёт того, что глобальный эволюционный процесс предусматривает согласованное развитие естественного и искусственного интеллекта. Демонстрируется актуальность информационного подхода в изучении природы и работы сустава.

Ключевые слова: ДИС-технология, дисциплинарная полнота, иерархия, интеллектуальный цикл, перегрев, системная полнота, экономическая полнота.

1. Введение. Междисциплинарный характер системных исследований, базирующихся на теории динамических информационных систем (ДИС, ТДИС) с ДИС-технологией как системной методологией, позволяет использовать их результаты практически в любой предметной области, лишь бы в ней находились интерпретации таким результатам. Так что, несмотря на преобладание ассоциаций биологической направленности, представленная работа даёт возможность выхода и на другие уровни обустройства Мироздания.

Если в работе [1] внимание было сосредоточено на функциональном аспекте, то теперь больше внимания надо уделить структурному аспекту,

определённости с онтологией и качественной моделью исследуемого понятия в ранге подходящего ДИС-компьютера (ДИС-*К). А уж после определённости с качественной моделью становится возможным и анализ соответствующего процесса информационного функционирования (ПИФ), актуального для исследуемого понятия, тем более что для такого анализа уже накоплена достаточно богатая экспериментальная база, обзор по которой дан в [2], и этой базой можно уже пользоваться, не проводя новых экспериментов.

И по каждому из понятий: размножение (РМн), искусственный интеллект (ИИ), работа сустава (РС) – приводится тройка пунктов, посвящённых соответственно, его критическому обзору, структурному и функциональному аспекту. А по завершению работы приводится общее заключение.

2. Критический обзор по размножению. Распространены представления о РМн как процессе увеличения числа биологических особей, а согласно идеям эволюционного подхода, РМн управляется состоянием внешней среды с учётом баланса механизмов кооперация/конкуренция на внутри- и меж- видовом уровнях. Уместно поставить несколько вопросов.

1. Исчерпывается ли РМн исключительно известными формами биологической жизни?

2. Насколько применимо понятие РМн к объектам неживой природы, например, к неорганическим молекулам, космическим телам?

3. Уместно ли расширять объём понятия РМн на символические объекты, пусть это будет производство симулякров, практики договоров франчайзинга?

4. Есть ли РМн в виртуальной реальности?

Кое-кто и вовсе склонен считать все свои деяния, включая социальные, научные, производными от потребности к РМн. Но что такое РМн и зачем оно нужно? Традиционные представления об этом невольно предполагают людей в ранге неких животных. Любопытно, но в Торе и в Ветхом Завете указание «плодитесь и размножайтесь», относилось к животным и растениям, а не к человеку, начавшему размножаться после грехопадения.

Однако у РМн есть и качественно другие, не менее важные, функции. Одна из таких – выход на новый уровень системного единства с исполнением на нём соответствующей адекватной миссии. Фактически, это устремлённость к выстраиванию иерархии по аналогии с той, что прослеживается в Мироздании от масштабов микромира до масштабов мега-мира. Так что, похоже, вовсе не случайна здесь и ассоциация с Богом-творцом, который в ветхозаветной истории сопровождает древних людей в процессе выстраивания ими общества. Если нет осознания и исполнения такой миссии, то РМн, лишённое качества системной и экономической полноты [3], уподобляется хаосу с печальными последствиями. И этими сюжетами насыщены последние главы ветхозаветной истории. Тема регулирования рождаемости актуализируется с возникновением цивилизации и культуры, включая пропаганду гомосексуализма как механизма естественной контрацепции. Особенно она актуализируется с конца XIX в. в связи с распространением средств контрацепции, а также с проблемами перенаселённости. Так что тема РМн невольно требует системной проработки.

3. Качественная модель размножения и градиенты для выстраивания иерархии. Развёртка РМн, представленная ниже в схеме (рис. 1), возникла как результат проработки и пополнения номологической базы (НБ) [3; 4]. Из всех известных на сегодня триад в НБ наиболее актуальными для объединения в ДИС-*К уровня 2, выражающий онтологическую природу РМн, в том числе биологическую, оказываются следующая тройка: гносеологическая ёмкость знания, распределение уровней трансформации, ресурсная связность. Эти триады являются частями механизмов базовых дисциплин, соответственно, математического, ресурсного и системного анализа. Сочетание этих качеств позволяет говорить о наличии у феномена РМн определённой дисциплинарной полноты. В свою очередь, у этого феномена нет системной полноты, так как в нём не задействованы элементы из информационных основ синтеза [4]. Нет у него и экономической полноты от отсутствия в нём аспектов и инструментов экономического развития [3]. Вот и получается, что РМн устроено, с одной стороны, тонко и строго на относительно внутреннем уровне, а с другой стороны, беспорядочно на относительно внешнем уровне.

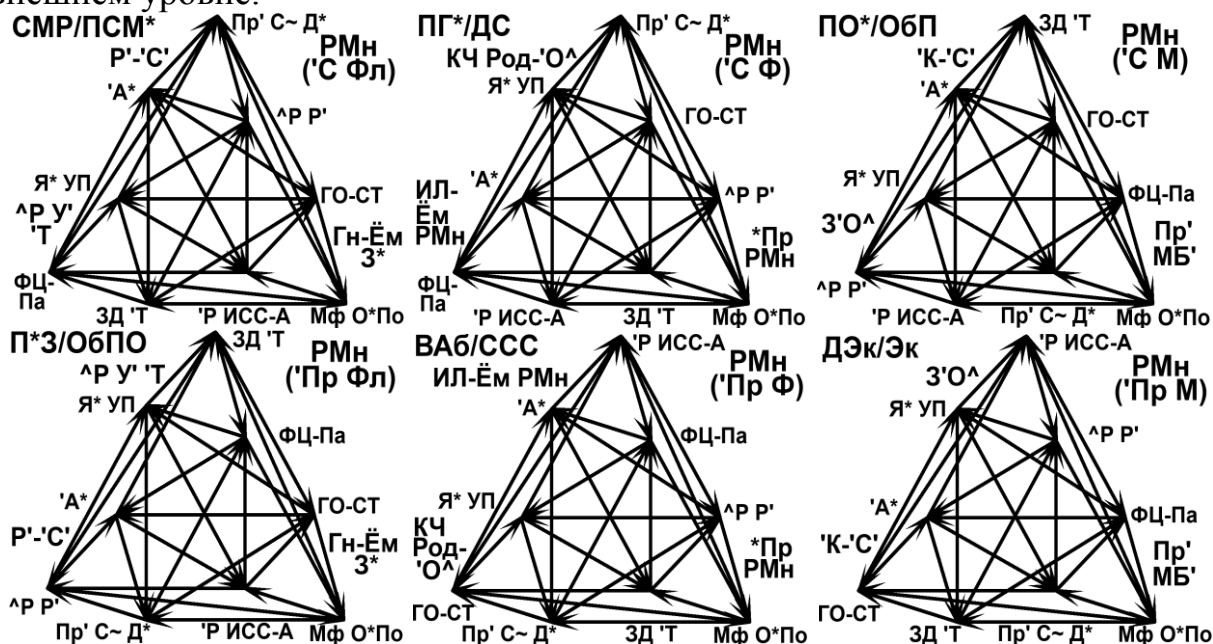


Рис. 1. Базовые мутации схемы размножения (РМн). Обозначения: базовые мутации триады: ВАб – воплощение абстрактного, ДЭк – доступ к эксперименту, ПГ* – проверка гипотезы, П*З – понимание закономерностей, ПО* – понимание опыта, СМР – саморазвитие; базовые типы организации психики: ДС – давление страха, ОБП – обучение подражанием, ОБПО – обучение практическим освоением, РСМ* – подключение к СМР Мироздания, ССС – созидание средств страхования, Эк – эксперимент; базовые аспекты проведения исследования: 'Пр – приложение, 'С – становление, соответственно, М – математики, Ф – физики, Фл – философии; остальное: 'А* – алфавит; Гн – гносеологическая; ГО-СТ – генетически обусловленная структура; Д* – данное; Ём – ёмкость; З* – знание; ЗД – задержка; З'О^ – зарождение особи; ИЛ – интеллектуальная; ИСС-А – исследовательский аппарат; 'К- – компонентная; МБ' – метаболизм; Мф – метафизика; О*По – оппозиция; Пр' – правила; *Пр – противоречие; Р' – ресурс; Р'- – ресурсная; ^Р – распределение; Р – развитие; Род-'О^ – родительская особь; С~ – синтез; 'С' – связность; 'Т – трансформация; У' – уровень; ФЦ-Па – функциональный параметр; Я* УП – язык управления

Более конкретно и детальнее, в мутациях философской ориентации имеем тройку триад: гносеологическая ёмкость знания (метафизика оппозиции, развитие исследовательского аппарата, генетически обусловленная структура), распределение уровней трансформации (задержка трансформации, функциональный параметр, язык управления), ресурсная связность (распределение ресурса, алфавит, правила синтеза данных). При этом настрой на становление философии означает выход на ресурсную связность системы через распределение уровней трансформации на носителе в ранге гносеологической ёмкости знания. А в приложении философии решается вопрос о поиске распределения уровней трансформации под обеспечение желаемой ресурсной связности.

Далее, мутации физической ориентации включают тройку триад: противоречия РМн (метафизика оппозиции, задержка трансформации, распределение ресурса), интеллектуальная ёмкость РМн (развитие исследовательского аппарата, функциональный параметр, алфавит), качество родительской особи (генетически обусловленная структура, язык управления, правила синтеза данных). При этом в становлении физики выявляются качества родительской особи при решении противоречий РМн через интеллектуальную ёмкость РМн. А в приложении физики осуществляется поиск таких качеств родительской особи, что обеспечивали бы желаемую интеллектуальную ёмкость РМн при развёртывании заложенных в РМн противоречий.

Наконец, мутации математической ориентации включают тройку триад: правила метаболизма (метафизика оппозиции, правила синтеза данных, функциональный параметр), зарождение особи (развитие исследовательского аппарата, распределение ресурса, язык управления), компонентная связность (генетически обусловленная структура, алфавит, задержка трансформации). При этом в становлении математики выявляются компоненты связности при развёртывании правил метаболизма через зарождение особи, а в приложении математики свершается подбор таких компонентов связности, что обеспечивали бы желаемое зарождение особи.

Приведённые схемы дают хорошую ассоциацию с биологическим РМн. На деле же они допускают понимание и интерпретации на более общем уровне – на уровне физических систем. Типичный пример этого дают процессы кристаллизации. Но, как уже отмечалось выше, РМн устроено тонко и строго на относительно внутреннем уровне, но беспорядочно на относительно внешнем уровне. Соответственно, есть основания говорить, что РМн как-то запускается и приостанавливается на относительно внешнем уровне, т.е. на деле работает некая более широкая модель *D*. Если эта модель *D* тоже не обладает качеством системной полноты, то возникает риск РМн с элементами беспорядка и хаоса в тотальных масштабах. Если же модель *D* наделена системной полнотой, то появляется возможность для адекватного выстраивания иерархии и выхода на новый уровень системного единства. А уж надёжность такого выстраивания будет зависеть от того, наделена модель *D* экономической полнотой или нет.

Итак, отсутствие у РМн системной и экономической полноты требует подключения внешних факторов для направления РМн в оптимальное русло.

К примеру, в приложении к науке и образованию можно привлечь из схемы информационные основы синтеза [4, с. 20] триаду саморазвития синтеза. Тогда возрастёт гносеологическая ёмкость знания, обеспечив адекватную селекцию исследовательских проектов и знаний. Аналогично, можно привлечь триаду физики синтеза [4, с. 21] для представления РМн природным процессом. Это позволит охватить более широкий круг противоречий, усовершенствовать их отбор и регулирование, но надёжность будет невелика, так как не обеспечится экономическая полнота. Наконец, актуально добавить триаду субъективный компонент синтеза [4, с. 22] для учёта волевого влияния. Данный механизм проявляется в надёжном отборе возможностей и условий для рождения особи.

4. Особенности процесса выстраивания иерархии через размножение. Здесь существенно будет стандартное [2] деление всех вершин схемы РМн на три зоны V_0 , V_1 , V_2 , таких, что вершины в каждой зоне не имеют между собой связей, а ресурс в схеме перераспределяется по циклу: $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$. Эти зоны включают в себя, соответственно, следующие вершины: V_0 (метафизика оппозиции, язык управления, алфавит), V_1 (развитие исследовательского аппарата, задержка трансформации, правила синтеза данных), V_2 (генетически обусловленная структура, функциональный параметр, распределение ресурса). Далее многое будет зависеть от того, в какой из таких зон НБ оказывается дополнительная вершина v , по сути, управляющая процессом РМн. Пусть $v \in V_i$ ($i=0,1,2$). Так, по аналогии с выявленными в [5] закономерностями, будут иметь место следующие особые моменты в работе РМн.

1. Даже малое влияние вершины v может приводить к хаосу в РМн, к эффектам турбулентности.

2. Если нет серьёзного дисбаланса в настрое и работе схемы РМн и вершины v , то показания ПИФ у элементов зоны V_i в РМн и у вершины v качественно одинаковы.

3. Мощное влияние вершины v , при котором объём ресурса в схеме РМн может меняться в разы, приводит к перевозбуждению элементов из зоны V_{i+1} (где индекс исчисляется по модулю 3), запуская, по сути, через них процесс заказного РМн.

4. При достаточно серьёзном контрасте в работе элементов схемы РМн неизбежно проявление атак и срывов. Как правило, атаки достаются в адрес очень властных элементов, а элементы-зомби и вовсе рискуют выйти из строя.

5. При преобладании потребностей над производством в объединённой системе само РМн сопровождается фрустрациями с достаточно быстрым их нивелированием, а при преобладании производства над потребностями РМн становится сбалансированным.

Если подключается не одна вершина, а, минимум, связная триада, то это позволяет в объединённой модели D обеспечивать весьма гибкое управление РМн за счёт достижения высокопроизводительного баланса в работе модели D .

5. Критический обзор по искусственному интеллекту. Распространены представления, что ИИ есть некое искусственное устройство, способное пройти тест Тьюринга, а естественный интеллект (ЕИ) ограничен разумным человеком. Но в широком смысле всякая система обладает определённым уровнем ЕИ, а уж объект-носитель, достигая порогового уровня системной организации, способен проявлять ИИ. Здесь, во-первых, усматривается аналогия с образованием биосферы как конкретной глобальной системы живого вещества. Во-вторых, возникновение интеллекта у человека также связано с наивысшим среди известных форм жизни развитием мозга – носителя интеллекта. При этом миссией человека оказываются задачи сборки систем с ЕИ, способных реализовать ИИ. Специалисты, занимаясь моделированием (МЛ) функций ЕИ, соединяясь с *К, используя когнитивные инструменты, технику, включая связь, нацелены на перенос части этих функций на новые носители. Такое достигается через решение определённых задач по своим вычислительным возможностям дополняемым элементами автоматизации рассуждений.

Неоднозначность понимания ИИ обусловлена нечёткостью в определениях ЕИ. При определении интеллекта способностью к познанию, обеспечивающей преодоление трудностей, решение задач, возникает вопрос о его носителях. Выделим ведущие подходы к ИИ.

С развитием вычислительной математики и *К понимание ИИ смещается на устройства (реальные, виртуальные, смешанные), способные проводить вычисления вне зависимости от человека, т.е., когда часть действий человека переносится на определённое устройство. В русле этого ИИ, по сути, есть МЛ и перенос на технические системы характеристик человеческого интеллекта.

Но уже при возникновении ИИ в 50-е гг. XX в. ставятся вопросы о том, что вычисления не обязательно связывать с человеком. В таком случае интеллект в целом получает абстрактное логико-математическое толкование, а в прикладном отношении он может реализоваться на разных носителях.

Есть и гибридный подход с ориентацией на создание интеллектуальных систем, обеспечивающих взаимное усиление координаций ЕИ и ИИ.

Работы над созданием ИИ преимущественно разворачиваются в русле конструирования особых ИТ-систем, способных проходить тест Тьюринга и заменять человека в некоторых ситуациях. В принципе, опыты по разработке экспертных систем ещё в 90-х годах XX в. на практике демонстрировали, что это системотехнические комплексы, где ЭВМ и специалисты образуют симбиоз. Как-никак, но ИИ это вовсе не отдельный самодостаточный объект на примере робота. На деле ЕИ отвечает за креативную, интуитивно-поисковую функцию, за выбор и постановку задач. По мере доступности перечисленных процессов МЛ, некоторые из них подлежат автоматизации с последующей реализацией их клонов на разных носителях. Так, ИИ выступает переходным фактором адаптации ЕИ через реакции системы на внешние воздействия и перемены. В условиях развития интеллектуальной системы совершенствование ИИ содействует развитию ЕИ, и в системе образуется цикл интеллектуального развития. Этот эффект проявляет себя и только усиливается с появ-

Как видно из схемы, явная связь её с ИИ прослеживается в мутациях математической ориентации, включающих тройку триад: начала ИИ (базовые аспекты исследования, состояние, разум), развёртка ИИ (философская физика, развёртка полилогичности, механизм перехода), продукция ИИ (регламент развития, внутренний синтез, связанная мутация). При этом в становлении математики уточняется вопрос о развёртке ИИ через анализ выдаваемой продукции ИИ на основе начал ИИ, а в приложении математики свершается поиск такой развёртки ИИ, что выдавала бы желаемую продукцию ИИ.

Мутации философской ориентации включают тройку триад: текст (базовые аспекты исследования, связанная мутация, развёртка полилогичности), режим функционирования (состояние, регламент развития, механизм перехода), уровень модели (разум, внутренний синтез, философская физика). При этом в становлении философии уточняется вопрос о режиме функционирования через уровень модели на основе текста, а в приложении философии свершается поиск такого режима функционирования, что давал бы желаемый уровень модели.

Наконец, мутации физической ориентации включают тройку триад: задание спектра сценариев развития (базовые аспекты исследования, философская физика, регламент развития), координация параметров (состояние, развёртка полилогичности, внутренний синтез), интерактивная коммуникация (разум, механизм перехода, связанная мутация). При этом в становлении физики уточняется вопрос о координации параметров через интерактивную коммуникацию на основе задания спектра сценариев развития, а в приложении физики свершается поиск такой координации параметров, что приводила бы к желаемой интерактивной коммуникации.

Если схему имитационной роли принять как схему развёртывания ИИ, то на глобальном уровне получится, что такое развёртывание обладает системной полнотой, и ИИ оказывается вовлечённым в некий процесс-систему. Однако у развёртывания ИИ нет дисциплинарной полноты, так как оно погружено в рамки системного анализа, не имея ничего из ресурсного и математического анализа, и это делает неизбежными проблемы с ресурсом и оценением. Нет у развёртывания ИИ и экономической полноты, его функции исчерпываются рамками инструментов [3]. Этим продиктованы главные особенности ИИ.

Так, обратим внимание, что в мутациях физической ориентации началом служит задание спектра сценариев развития. Другими словами, пуск для ИИ диктуется не внутренними потребностями системы, а навязыванием ей неких заданий (влияний) извне. И с такими навязанными заданиями система пытается справиться выработкой подходящей координации параметров, обращаясь, прежде всего, за советом, используя интерактивную коммуникацию. Лишь после закрепления в опыте системы выработанных координаций как навыков они начинают использоваться системой на уровне ЕИ.

А в мутациях философской направленности первичное значение для пуска ИИ имеет текст как некий характерный для объекта-носителя способ записи информации. И с переработкой текста система справляется в основ-

ном выработкой подходящего режима функционирования, апробируя это на моделях разных уровней. Но всегда ли нужно проводить апробацию всех возможных в системе моделей, нельзя ли как-то сокращать объём этих апробаций? На то и важна задача автоматизации рассуждений.

Выбор уровня модели означает, по сути, то, каким содержанием следует наполнить поступивший текст для последующей его обработки. И для этого система использует уже накопленный ею спектр шаблонов или обращается за новым шаблоном к родственным системам. В случае дефицита шаблонов на конкретном уровне знаний его можно восполнить обращением к содержанию НБ, имеющей универсальный характер. Это важно и для формирования ИИ-систем, и для понимания и, возможно, оказания помощи ЕИ-системам.

Как-никак, но в основе автоматизации лежит создание устройства, позволяющего масштабировать определённое действие. Для этого требуется шаблон как конкретная форма, траектория, организующая определённым образом объект, ориентирующая процесс. Это относится как к материальным, так и к духовно-интеллектуальным объектам. Любой шаблон имеет отношение не только к объекту, форматируемому с его помощью, а также к метаязыку, на котором он конструируется. К примеру, разрабатывается новый столярный инструмент и алгебраическое уравнение, где в каждом случае мы относимся к основам и к образцам соответствующих видов деятельности. К сожалению, для знаний метаязыком разрабатывался недостаточно, и теперь его роль исполняет НБ, ввиду чего удобно использовать для обработки текстов шаблоны формата ДИС. При развёртывании ИИ НБ предоставляет, с одной стороны, формальный алфавит и синтаксис, позволяя реализоваться на этой базе любому разуму, с другой стороны, содержательно-смысловой её аспект, что позволяет придавать осмысленность всякой формируемой на основе шаблонов конструкции знаний. НБ позволяет серьёзно оптимизировать работу ИИ по выбору решений для наполнения каждого из шаблонов адекватным содержанием из её тезауруса.

Любой шаблон для упаковки знаний, а также технологии рассуждений, начиная от мифологических стереотипов, интеллектуальных практик софистов, уместно рассматривать опытами автоматизации рассуждений. Привлечение в автоматизацию рассуждений НБ кардинально меняет ситуацию тем, что предшествовавшие подходы имели внешний характер к обрабатываемому знанию, как, к примеру, модус силлогизма индифферентен помещённому в него содержанию, а НБ сосредоточивает материал и технологии его обработки на структурном и функциональном уровнях. На базе развития ТДИС автоматизация рассуждений начинает разворачиваться от разработки шаблонов для упаковки знаний в форматы ДИС. Эти практики существенно повышают производительность интеллектуального труда, т.к. многие ходы мысли реализуются по формальным стратегиям, выражаемым операциями дешифровок, мутаций, свёрток на ДИС. На этой базе и с учётом значительного объёма обработанных знаний разработаны и совершенствуются программы на *К: Когнитивный ассистент, мутации для ДИС-*К уровня 2 [7].

Параллельно с разработкой программ на *К и в русле высказанных выше идей о развитии ИИ в комплексах, организованных по типу интеллектуальных систем, на основе ТДИС разработана и совершенствуется когнитивная технология интерактивной коммуникации – Инсейфинг. Инсейфинг выступает технологией, позволяющей формировать интеллектуальную систему для решения задач любого типа [8]. Используя в постановке и в решении задач ДИС-технологии, Инсейфинг реализует автоматизацию рассуждений. Организация участников Инсейфинга реализует структуры ДИС, поэтому их образование и ход взаимодействия можно рассматривать работой ДИС-*К.

Уместен вывод о том, что успехи в развитии ИИ будут определяться масштабом, качеством, содержанием задач, характерных для систем, на развитие которых ориентируется современная наука и техника. К сожалению, в настоящее время системный подход распространен слабо, работа над синтезом систем ведется низкими темпами и в малых масштабах.

7. Цикл интеллектуального развития. В завершение актуально будет проследить за работой выявленного выше цикла, в котором внешнее воздействие подаёт в систему через её рецептор сигнал, на который система отзывается созданием ИИ, который, в свою очередь, со временем может закрепиться в ЕИ. Здесь по аналогии с [5] уместно взять модель, в которой три категории v_0 (ИИ), v_1 (ЕИ), v_2 (рецептор) представляют модель исходной системы G в ранге триады с кругооборотом в ней ресурса по циклу $v_0 \rightarrow v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_0$. Добавление вершины v_3 (среда) с дополнительно возможным кругооборотом ресурса по циклу $v_0 \rightarrow v_3 \rightarrow v_2 \rightarrow v_0$ в триаде U даёт в целом модель более широкой системы H в ранге когнитивной ячейки. При этом подсистема U организует внешнее управление подсистемой G в H . Так, учитывая выявленные в [5] закономерности, приведём серию особых моментов о работе цикла интеллектуального развития.

1. Даже малое влияние среды может приводить к хаосу в интеллектуальном развитии системы, к эффектам турбулентности.

2. Если нет серьёзного дисбаланса в настрое и работе системы и среды, то показания ЕИ и среды качественно одинаковы, т.е. имеет место эффект адаптивности ЕИ.

3. Мощное влияние среды, при котором объём ресурса в контуре интеллектуального развития может меняться в разы, приводит к перевозбуждению рецептора.

4. При достаточно серьёзном контрасте в работе элементов интеллектуального развития неизбежно проявление атак и срывов. Возможны следующие варианты.

4.1. Если центром властности выступает ЕИ, то при слабом влиянии среды ЕИ оказывается под атакой редких, но мощных, импульсов ИИ, а при мощном влиянии среды атаки со стороны ИИ достаются и ей.

4.2. Если центром властности выступает рецептор, то непосредственное умеренное воздействие на него среды может, однако, предстать в ранге атак, а при мощном влиянии среды она уже сама получает атаки со стороны ИИ.

4.3. Если центром властности выступает ИИ, то при слабом влиянии среды ИИ испытывает атаки со стороны рецептора, а при мощном влиянии среды вероятна двухступенчатая атака: от рецептора к ИИ и далее к среде.

5. При преобладании потребностей над производством в системе интеллектуальное развитие сопровождается фрустрациями с достаточно быстрым их нивелированием, а при преобладании производства над потребностями интеллектуальное развитие становится сбалансированным.

Таким образом, при отсутствии серьёзного дисбаланса в настрое и работе системы и внешней среды может и не возникнуть осознания в необходимости какого-то интеллектуального развития, тем более ИИ. Такое же ощущение может быть и в случаях преобладания производства над потребностями, где система всему нужному научена. Так что серьёзные позывные к развитию интеллекта это, скорее, признак дисбаланса, кризиса, а не благополучия. Эффективность работ по ИИ будет определяться развитием системного подхода с установкой на синтез систем, когда система, где реализуется ИИ, сама будет совершенной системой с богатой внутренней интеграцией.

8. Критический обзор по работе сустава. Широко распространены представления, основанные на аналогии суставов человека и сочленений в механических устройствах, о пропорциональной зависимости изнашиваемости от интенсивности эксплуатации. Но суставы человека, наоборот, сохраняют функциональность по мере их систематической дозированной нагрузки, включая случаи патологий, к примеру, артрозов, артритов. Сустав уникален тем, что он не относится к одному из классов подсистем организма, но он обеспечивает соединение нескольких разных подсистем: костной, мышечной, гемопоэтической, иммунной, представляя собой особый функциональный аппарат, причём, наиболее развитый в организме человека и пригодный к очень длительному функционированию.

От древних практик йоги, цигун к современным гимнастическим системам проявляется тот факт, что здоровье суставов обеспечивается через интенсивную и систематическую нагрузку, исключая спорт, ориентированный на «результат любой ценой», и травмирующие нагрузки. Особенность сустава как аппарата заключается ещё и в том, что его нагрузки, влияя на включённые в него подсистемы, поддерживает гомеостаз организма в целом.

Категория реального объекта, разработанная в ТДИС [4], сказывается на выделении тех или иных компонентов из организма человека (высших животных). К их числу обычно относят клетки, ткани, органы, системы органов. Их общим качеством выступает системность, и к ним с XIX в. и по настоящее время привлечено внимание специалистов. А интерес к аппаратам, в частности к суставам, существенно меньше. Уместно предположить, что на интуитивном уровне познание фокусируется на реальных объектах по критерию их полноты. В таком случае аппараты оказываются на периферии когнитивных интересов, их потенциал не раскрывается, в том числе и потому, что они весьма зависимы от внешних воздействий.

9. Качественная модель работы сустава. Схема работы сустава, представленная ниже (рис. 3), тоже возникла как результат проработки и по-

полнения НБ. Исходя из указанных выше моментов, онтология работы сустава прописана в мутациях философской ориентации, что включают тройку триад: трансформация (комбинаторная характеристика, многообразие вариантов развития, конфигурационная характеристика), предельность знаний (метафизика исследования, целевой переход, логико-топологический уровень знаний), взаимная обусловленность (зарождение исследования, программа имитации знаний, метафизика полилогичности). При этом в становлении философии выявляется факт взаимной обусловленности, когда основа в ранге трансформации воспринимается через феномен предельности знаний, а в приложении философии свершается поиск такой взаимной обусловленности, что обеспечивала бы желаемую предельность знаний.

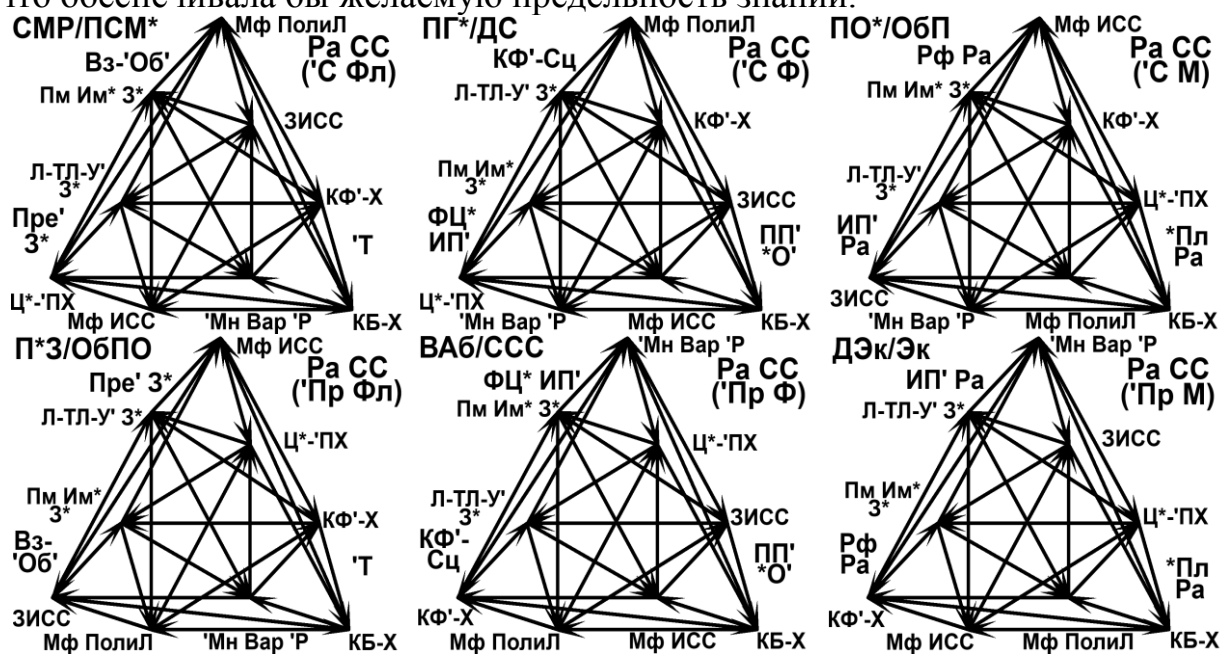


Рис. 3. Базовые мутации схемы работы сустава (Ра СС). Обозначения, дополняющие таковые с рис. 1 и 2: ВЗ-'Об' – взаимная обусловленность; ЗИСС – зарождение исследования; Им* – имитация; ИП' – исполнение; КБ- – комбинаторная; КФ'- – конфигурационная; Л-ТЛ- – логико-топологический; 'Мн Вар – многообразие вариантов; *О' – опыт; *Пл – потенциал; Пм – программа; ПП' – предпосылки; Пре' – предельность; Рф – рефлексия; ФЦ* – функциональность; Х – характеристика; Ц*- – целевой

Далее, мутации физической ориентации включают тройку триад: предпосылки опыта (комбинаторная характеристика, метафизика исследования, зарождение исследования), функциональность исполнения (многообразие вариантов развития, целевой переход, программа имитации знаний), конфигурационный сценарий (конфигурационная характеристика, логико-топологический уровень знаний, метафизика полилогичности). При этом в становлении физики выявляется конфигурационный сценарий при развёртывании предпосылок опыта через функциональность исполнения. А в приложении физики осуществляется поиск такого конфигурационного сценария, что обеспечивал бы желаемую функциональность исполнения.

Наконец, мутации математической ориентации включают тройку триад: потенциал работы (комбинаторная характеристика, метафизика полилогичности, целевой переход), исполнение работы (многообразие вариантов

развития, зарождение исследования, логико-топологический уровень знаний), рефлексия работы (конфигурационная характеристика, программа имитации знаний, метафизика исследования). При этом в становлении математики высвечивается рефлексия работы при развёртывании потенциала работы через её исполнение, а в приложении математики свершается подбор такой рефлексии работы, что обеспечивала бы желаемое исполнение работы.

Так, на глобальном уровне работа сустава не обладает ни системной, ни дисциплинарной, ни экономической полнотой. В первом случае не хватает элементов из информационных основ синтеза, во втором – из системного анализа, в третьем – из элементов и инструментов экономического развития. И при реализации работы сустава нужна разносторонняя поддержка извне. Этот момент указывает на то, что для эффективной деятельности и даже выживания сустава необходимо проведение регулярных нагрузок на него. Затяжные спокойствия не менее вредны для сустава, чем его перегрузки.

Далее, для удовлетворения условий системной и дисциплинарной полноты нужно привлекать элементы из мезо-аксиоматики [4]. А чтобы ещё удовлетворить условие экономической полноты, необходимо привлекать минимум по одному элементу из триад качественной производительности (гомеостаз Мироздания, математическая математика, эволюция) и уровня модели (внутренний синтез, философская физика, разум). Комбинации из этих добавляемых элементов позволяют определиться с классами надёжных процессов-систем, в основе которых лежит прототип работы сустава. Главные ориентиры здесь задают три варианта: добавление гомеостаза Мироздания и внутреннего синтеза актуально там, где не работает знание; добавление математической математики и философской физики актуально там, где слаба метафизика; добавление эволюции и разума актуально там, где есть проблемы с целями и адаптацией. Если одновременно, например, слаба метафизика и есть проблемы с целями и адаптацией, то актуально добавить, как минимум, либо математическую математику и разум, либо философскую физику и эволюцию.

В интересах выделить специфику человека, привлечём категорию когнитивного императива [4], указывающую на распределение познания в масштабах всего Мироздания, но с учётом его иерархического устройства, где человек, по настоящее время, признаётся основным носителем интеллекта. Прописанные в схеме на рис. 3 категории характеризуют познание в Мироздании через систему НБ [4]. Ценность высказанных предположений зависит от возможностей на их основе проводить продуктивные специализации. Сделаем это для человека.

С учетом схемы на рис. 3 у человека достаточно проработанным оказывается знание. Основная нагрузка для интеллекта человека падает на метафизику, вызывающую с момента своего появления в интеллектуальной культуре древности и по настоящее время, а также на целеполагание и адаптацию. Если для Природы метафизика вообще имеет внешний характер, и цели Природа не осмысливает, то основное внимание при этом остаётся за добавлением к работе сустава категорий гомеостаза Мироздания и внутреннего

синтеза. А человек наделён способностями метафизической и телеологической рефлексии, поэтому работа сустава у него нуждается в добавлении, прежде всего, категорий философской физики и эволюции. Проследим ещё за ПИФ в выделенных двух вариантах с Природой и человеком.

10. Особенности функционирования сустава. Функциональный аспект работа сустава формально заключается в ПИФ ДИС-*К уровня 2 с тройкой зон V_0, V_1, V_2 , между которыми происходит перераспределение ресурса по циклу $V_0 \rightarrow V_1 \rightarrow V_2 \rightarrow V_0$: V_0 (комбинаторная характеристика, логикотопологический уровень знаний, программа имитации знаний), V_1 (многообразие вариантов развития, метафизика исследования, метафизика полилогичности), V_2 (конфигурационная характеристика, целевой переход, зарождение исследования). Но, как правило, хотя бы одна из перечисленных категорий очень тормозит с принятием решений, либо имея очень высокий уровень трансформации пассива в актив, либо, наоборот, выступая в ранге зомби. Примеры такого дают выделенные выше варианты с добавлением элементов из мезо-аксиоматики. Вследствие этого ПИФ работы сустава оказывается, своего рода, спящим, т.е. либо вовсе обречённым, либо близким к этому в режиме электромагнетизма [1; 2; 5], выжидая оживляющих ресурсов и команд извне.

Таким образом, актуальность остаётся за анализом ПИФ работы сустава как части более широкой модели, выступающей, в свою очередь, частью ДИС-*К уровня 3, получающейся после подключения дополнительных элементов. При этом существенно, чтобы дополнительные элементы приносили с собой достаточно большой объём ресурса и не имели тормозов с принятием решений.

На примере Природы пополнение происходит за счёт хотя бы одной из категорий гомеостаза Мироздания или внутреннего синтеза в зону V_0 . В первом случае работа сустава будет задействована на исполнение внешних функций, а во втором – внутренних для некой более широкой системы. Примерами первого случая служат аппараты по перегонке жидкостей, а примерами второго – сами фазовые переходы. Характерным показателем как двигателем в этих примерах выступает режим температуры, причём в первом случае необходимо внимание к температурам в разнесённых местах, а во втором всё решается в одном месте. Поддержание определённого температурного режима как раз предполагает и подачу ресурса извне, и отсутствие при этом тормозов с принятием решений. Заметим, однако, что поправки в зонах V_1 и V_2 здесь не предполагаются. В свою очередь, нельзя исключить ситуации, когда все элементы хотя бы в одной из этих зон оказываются в разряде зомби, а в другой – близки к таковым. Именно на такие случаи приходится наиболее горячая работа сустава.

А на примере человека пополнение происходит, как правило, за счёт сразу двух категорий – философской физики в зону V_1 и эволюции в зону V_2 . Зона V_0 , насыщенная знаниями, ассоциирует при этом с набором мышц, сокращение которых обеспечивает работу сустава. Но нужна определённость и порядок в таких сокращениях, это и решается пополнением зон V_1 и V_2 ука-

занными выше категориями. Пополнение сразу в двух зонах, во-первых, добавляет работу сустава у человека от риска перегрева, и, во-вторых, позволяет экономить с объёмом ресурса, подаваемого извне. Вместе эти два момента делают возможным осуществлять эффективное восстановление материалов сустава в самом процессе его работы. Однако это восстановление не будет компенсировать разрушение материалов при избыточном уровне работы сустава, так как рост напряжений для принятия решений или объёма прогоняемого через сустав ресурса ведёт к росту объёма тепла в суставе, но не объёма самого сустава, т.е. суставу грозит перегрев.

11. Заключение. Итак, в статье предпринят опыт системного подхода на базе ТДИС к междисциплинарному исследованию, объединяющему темы РМн, ИИ, работы сустава. Такой подход позволяет выявить ряд важных моментов.

Во-первых, природа и миссия РМн связывается с выстраиванием иерархий объектов, что позволяет не только рассматривать РМн важнейшим системным механизмом, но и считать значимым фактором глобальной эволюции, который до сих пор исследуется в пределах известных форм жизни.

Во-вторых, при обсуждении тематики ИИ недостаточно обсуждаются вопросы о распространении интеллекта на разные виды носителей, тем более с учётом выявленных здесь системных эффектов РМн, а также с развитием информационного подхода к механизмам глобальной эволюции. Делается вывод о продуктивности тех подходов, где феномены интеллекта рассматриваются в масштабных системах, включающих в себя как ЕИ, так и ИИ. О системах такого рода развивались представления в научной школе «Интеллектуальные системы и интеллектика» И. С. Ладенко [9].

В-третьих, удивительно, что суставы как объекты и их функционирование практически не рассматривались с информационных позиций, несмотря на то, что они широко распространены у живых организмов и высоко разнообразны в анатомо-морфологическом отношении. В функциональном аспекте суставы сочетают значительную работоспособность с высокой надёжностью при малой изнашиваемости. Дальнейшее развитие информационного подхода к работе сустава в сочетании с решением задач развития систем, носителей ИИ и ЕИ может оказаться важным для развития робототехники.

Список литературы

1. Сизиков, В. П. Системный анализ взаимоотношений тела и души в живом организме [Текст] / В. П. Сизиков, В. И. Разумов, А. Е. Корнеев // Современные тенденции развития науки и технологий: Сб. науч. тр. по матер. VII Междун. науч.-прак. конф. 31 октября 2015 г.: в 10 ч. Белгород: ИП Ткачёва Е.П., 2015. Ч. I. С. 120–130. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

2. Сизиков, В. П. Как моделирование делает тайное явным? [Текст] / В. П. Сизиков // Современные тенденции развития науки и технологий: Сб. науч. тр. по матер. XV Междун. науч.-прак. конф. 30 июня 2016 г. Белгород: ИП Ткачёва Е.П., 2016. № 6-2. С. 41–49. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

3. Сизиков, В. П. Экономическое развитие со статусом системы [Текст] / В. П. Сизиков // Современные тенденции развития науки и технологий: Сб. науч. тр. по матер. XVII Междун. науч.-прак. конф. 31 августа 2016 г. Белгород: ИП Ткачёва Е.П., 2016. № 8-6. С. 119–130. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

4. Разумов, В. И. Приложения информационных основ синтеза систем: ДИС-развёртки и парадигма закона. Монография / В.И. Разумов, В.П. Сизиков. – Электронное издание № 33934. № гос. регистр. 0321304636, ФГУП НТЦ «Информрегистр». – Омск, 2014.

5. Сизиков, В. П. Системный анализ модернизаций в обществе [Текст] / В. П. Сизиков, В. И. Разумов // Современные тенденции развития науки и технологий: Сб. науч. тр. по матер. IV Междун. науч.-практ. конф. 31 июля 2015 г.: в 6 ч. Белгород: ИП Ткачёва Е.П., 2016. Ч. III. С. 139–147. То же [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.issledo.ru>.

6. Ладенко, И. С. Интеллектуальные системы и логика [Текст] / И. С. Ладенко. Новосибирск: Наука, 1973. 172 с.

7. Разумов, В. И. Автоматизация рассуждений: программирование мутаций ДИС-компьютера уровня 2 [Текст] / В. И. Разумов, В. П. Сизиков // Сибирский философский журнал. 2016. Т. 14. № 1. С. 53–69.

8. Дусь, Ю. П. Инсейфинг – качественно новая технология интерактивной интеллектуальной коммуникации [Текст] / Ю. П. Дусь, В. И. Разумов, Л. И. Рыженко, В. П. Сизиков // Качество и жизнь. 2015. № 3 (7). С. 58–63.

9. Ладенко, И. С. Концептуальные основы теории интеллектуальных систем (систематизация методологических основ интеллектики) [Текст] / И. С. Ладенко, В. И. Разумов, А. Г. Теслинов / Отв. ред. И. С. Ладенко. Новосибирск: Ин-т Философии и Права СО РАН, 1994. 270 с.

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФАУНЕ БОЛЬШОГО АРКТИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Фефелова А.Ю.

студентка, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина», Россия, г. Бийск

Фауна Большого Арктического заповедника включает наземных членистоногих, перепончатокрылых, чешуекрылых, 124 вида птиц, из которых 55 видов гнездятся на его территории. Фауна млекопитающих насчитывает 16 видов, 4 из них – морские животные. Белый медведь и краснотелая кабарга внесены в Красную книгу РФ. Ихтиофауна насчитывает 29 видов рыб.

Ключевые слова: Большой Арктический заповедник, фауна, членистоногие, перепончатокрылые, чешуекрылые, птицы, белый медведь, лосось, рыбы.

Государственный природный заповедник «Большой Арктический» создан 11.05.1993 г. Постановлением Правительства Российской Федерации «О создании государственного природного заповедника «Большой Арктический» № 431 [12]. Заповедник включает 7 участков и располагается на полуострове Таймыр и окружающих его островах, занимает 4,2 млн. га, является самым большим по площади в России и одним из крупнейших в мире. Благодаря своей структуре он охватывает пространство протяженностью в 1 тыс. км с запада на восток и 0,5 тыс. км – с севера на юг. Берега заповедника омывают моря Северного Ледовитого океана: Карское и Лаптевых [10].

В природном отношении территория заповедника относится к подзоне арктических тундр, а наиболее северные его участки – к зоне арктических

пустынь. На всей территории заповедника распространена многолетняя мёрзлота, температура которой изменяется от минус 7...9 °С до минус 11...13 °С [8]. Выпадение снега отмечается в тундре в конце августа – начале сентября, но устойчивый снежный покров формируется позже – во второй половине сентября. Поверхность почвы освобождается от снега только в летнее время – в конце июня – начале июля. Ветровой режим изменяется в зависимости от времени года: зимой преобладают южные, юго – западные и юго-восточные ветры, летом – северо-западные, северные и северо-восточные [8].

Несмотря на суровые природные условия фауна Арктического заповедника достаточно разнообразная. Одной из самых массовых групп наземных членистоногих являются беспозвоночные – пауки-линеиды.

Среди насекомых хорошо изучен отряд жесткокрылых. Из жуков наибольшего разнообразия достигают стафилиниды в составе 9 видов. Как и во всех регионах Арктики, в заповеднике распространены и отличаются разнообразием двукрылые, перепончатокрылые и чешуекрылые [10].

Фауна птиц Большого Арктического заповедника включает 124 вида, из которых 55 видов гнездятся на его территории, среди них 4 вида гусей, малый лебедь и 4 вида уток. Остальные птицы встречены на пролёте и кочёвках, для 41 вида известны залёты. В заповеднике обитает 16 видов редких птиц, включенных в Красные книги разных уровней [10]. Известно, что именно эти птицы более всего подвержены угрожающим антропогенным факторам, поэтому во многих регионах страны снижают свою численность. В связи с возрастающей уязвимостью пернатых хищников неотложной экологической задачей является совершенствование их охраны. Такая работа в различных направлениях успешно ведется в Алтайском крае, особенно интенсивно, с 2004 г. [1–6, 11].

Характерными обитателями тундры являются белая сова и тундрная куропатка, а также гага-гребенушка, бургомистр и восточная клуша. В весеннее время в Арктику прилетают стаи белолобых гусей, чёрных казарок, разнообразные северные кулики – галстучник, бурокрылая ржанка, тулес, кулик-воробей, белохвостый песочник, краснозобик, чернозобик. Материковую часть побережья, а также острова заселяют вилохвостые чайки, бургомистры, моевки, полярные крачки, чистики. В тундре гнездятся поморники – средний, короткохвостый и длиннохвостый, обычен мохноногий канюк (зимняк), многочисленны воробьиные – рогатый жаворонок, пуночка, лапландский подорожник, краснозобый конёк, белая трясогузка, обыкновенная каменка. Здесь так же обитает краснозобая казарка – редкий вид, эндемик России, который внесён в Красную книгу РФ и редкие виды чаек: розовая и белая [10].

Фауна млекопитающих заповедника насчитывает 16 видов, 4 из них – морские животные [10]. Наиболее многочисленны самые маленькие северные звери – лемминги (сибирский и копытный). Незначительно заходящий в арктические тундры сибирский лемминг распространён к северу до р. Ленинградская. Копытный лемминг населяет практически всю подзону арктических тундр до северной части полуострова Челюскин, отмечен также на Северной Земле.

По всей территории заповедника встречается дикий северный олень и песец. Распространение волков на Северном Таймыре имеет очаговый характер, обычно их обитание приурочено к выпасам северных оленей. Имеют место немногочисленные заходы росوماхи, которые предположительно кочуют за стадами северных оленей. Изредка встречается горностай [10].

Относительно обычным видом Большого Арктического заповедника является белый медведь, внесённый в Красную книгу РФ (рис. 1).



Рис. 1. Белый медведь (фото С.В. Вазова, Арктический заповедник, 2016 г.)

На островах белый медведь встречается круглый год, на материковой части – в основном зимой, и чаще – на самом севере. Очень редко заходит медведь во внутренние районы вдали от побережья. Численность медведей на островах нестабильная [10].

Такие звери как нерпа и лахтак (морской заяц) широко встречаются по всей акватории Карского моря (рис. 2).



Рис. 2. Лахтак (фото С.В. Вазова, Арктический заповедник, 2016 г.)

Белухи населяют акваторию Карского моря и постоянно встречаются у всех островов, их можно регулярно наблюдать в непосредственной близости от берегов [10].

Овцебык с 1990-х годов периодически заходит и, предположительно, постоянно держится на участке заповедника, прилежащем к долине р. Нижняя Таймыра [10].

Ихтиофауна заповедника «Большой Арктический», включая заказник «Бреховские острова», насчитывает 29 видов рыб, в основном это семейства лососевых и сиговых. Наиболее распространенными видами в пресных водах водотоков и водоемов основной территории заповедника являются арктический голец, омуль, муксун и ряпушка; в меньшей степени – сиг, чир, сиг-валёк, нельма. Большинство рек арктического бассейна населяет сибирский хариус. Морские акватории заповедника заселены арктическим гольцом, омулем, сайкой или полярной тресочкой [10], а также ледовитоморской рогаткой.

Географическая особенность месторасположения заповедника, удаленность от цивилизации и отсутствие транспортных путей предопределяют доверчивость человеку почти всех представителей фауны охраняемой территории [9]. Птицы и звери не боятся человека, их можно наблюдать вблизи.

Экзотика заповедника пока еще привлекает не многих любителей экстремальных путешествий и любознательных туристов, однако наблюдается положительная тенденция. Необычность арктической природы и животного мира, пейзажная привлекательность [7, 9] создают экономические предпосылки, прибыль от которых может быть направлена на совершенствование функционирования Большого Арктического заповедника, расширение научных исследований и развитие экологического туризма.

Список литературы

1. Важов В.М., Фёфелова А.Ю. Некоторые аспекты экологии и гнездовой биологии филина в агроландшафтах Алтайского региона // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №3 (часть 3). С. 398–401.
2. Важов С.В. О гнездовании редких пернатых хищников на горе Бабырган, Алтайский край, Россия // Пернатые хищники и их охрана. 2009. № 15. С. 111.
3. Важов С.В. Некоторые особенности экологических ниш пернатых хищников в российской части предгорий Алтая // Пернатые хищники и их охрана. 2012. № 25. С. 115–125.
4. Важов С.В. Экология и распространение соколообразных и совообразных в предгорьях Алтая: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2012. 22 с.
5. Важов С.В. К изучению сообщества пернатых хищников (Falconiformes, Strigiformes) Большереченского заказника (Алтайский край, Россия) // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 8–1. С. 45–48.
6. Важов С.В., Бахтин Р.Ф., Важов В.М. О статусе некоторых видов птиц в Красной Книге Алтайского края // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. №4 (часть 2). С. 504–506.
7. Важова Е.В. Жанровые мотивы в пейзажной живописи Алтая XX века в контексте традиций русской художественной школы: автореф. дисс. ... канд. искусствоведения. Барнаул, 2010. 22 с.
8. Википедия – свободная энциклопедия [электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_Арктический_заповедник (дата обращения: 24.10.2016).
9. Комплексная арктическая экспедиция Исследовательского центра «Финвал» [электронный ресурс]. – URL:

http://www2.bigpi.biysk.ru/wwwsite/print.php?type=N&item_id=1732 (дата обращения: 15.10.2016).

10. Официальный сайт государственного природного заповедника «Большой Арктический» [электронный ресурс]. – URL: <http://www.bigarctic.ru/index.php?r=pages/view&id=52> (дата обращения: 25.10.2016).

11. Черемисин А.А., Важов С.В., Абаев М.Ю., Козел А.Н., Кошербаева А.Д. Орнитофауна как фактор рекреационного природопользования в заказниках Алтайского края // Природопользование на Алтае: агросфера и биоресурсы: сборник научных статей. Ответственный редактор: В. М. Важов. Бийск, 2015. С. 264-270.

12. Электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901111053> (дата обращения: 26.10.2016).

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ГОЛУБЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОРОДЫ

Фомичева М.В.

аспирант, Ивановская ГСХА, Россия, г. Иваново

Молчанова А.М.

студентка 5 курса, Ивановская ГСХА, Россия, г. Иваново

Якименко Н.Н.

доцент кафедры акушерства, хирургии и незаразных болезней животных, канд. ветеринарных наук, Ивановская ГСХА, Россия, г. Иваново

Клетикова Л.В.

профессор кафедры акушерства, хирургии и незаразных болезней животных, д-р биолог. наук, Ивановская ГСХА, Россия, г. Иваново

В статье в сравнительном аспекте рассмотрены физиологические и гематологические показатели у голубей разных пород. Изучено содержание гормона стресса у синантропных сизых, почтовых и ижевских голубей, что позволило сделать вывод о различной степени устойчивости к стрессу и организации саморегулирующей системы.

Ключевые слова: голуби, физиологические показатели, кортизол.

Актуальность исследования. Более 5000 лет тому назад человеком был приручен дикий сизый голубь (*Columba livia* G). В настоящее время выведено более 800 пород, отличающихся по назначению, форме, размерам тела, окраске оперения. Декоративные породы голубей имеются в зоологических парках, питомниках и очень ценятся у голубеводов. Эти птицы участвуют в различных выставках и состязаниях. Владельцы голубей стремятся создать для них комфортные условия обитания и следят за рационом, оберегают от болезней и нападения хищников. Синантропные сизые голуби, постоянные обитатели парков и площадей [1, с. 32-37], заботятся об устройстве гнездовий и пропитания самостоятельно, подвергаясь постоянным стрессам. Голуби, декоративные и синантропные, очень чувствительны к фактору бес-

покойства, что проявляется изменением в их поведении, массе тела и физиологических показателей [2, с. 85-89]. Тем не менее, в одних и тех же стрессовых условиях у отдельных пород птиц реакции на воздействие стресс-факторов проявляются по-разному, что свидетельствует о степени развития саморегуляции и стрессоустойчивости.

Целью нашего исследования было оценить физиологические показатели у декоративных и синантропных сизых голубей, обитающих в г. Иваново.

Материалы и методы исследования. Исследования выполнены в период с 2013 по 2016 гг на базе кафедры акушерства, хирургии и незаразных болезней животных и организованном при ней лабораторно-диагностическом и лечебно-профилактическом центре «Ветасс».

Объектом для исследования послужили голуби, по 6 особей каждой породы, предметом – цельная кровь и сыворотка крови.

Кровь у голубей получали из подкрыльцовой вены с соблюдением правил асептики в вакуумные пробирки с ЭДТА К2 для гематологических исследований и активатором свертывания для биохимических исследований.

Из методов исследования применяли клинический осмотр, пальпацию мягких тканей и костно-суставного аппарата, термометрию, подсчет частоты дыхательных движений и сердечных сокращений в течение одной минуты. Массу тела птиц оценивали на электронных весах марки Momert baby scale. Из гематологических методов проводили определение гематокрита с помощью гематокритной центрифуги СМ-70, гемоглобина методом Сали, подсчет эритроцитов и лейкоцитов проводили с реактивом Фрида и Лукачевой (в модификации И.А. Болотникова). С целью дифференцированного подсчета лейкоцитов мазки крови окрашивали по Романовскому-Гимза набором для экспресс-диагностики Diff-Quick (АБРИС+, НПВ (Россия)), подсчет производили под микроскопом при увеличении 1600 (окуляр $\times 16$, объектив $\times 100$). Определение кортизола выполняли радиоиммунохимическим методом на аппарате «Нарко Тест», двенадцатиканальном гамма счетчике, результаты обрабатывали на программном обеспечении для радиоиммунохимических исследований «Микрогамма» 2001 г., версия 9.10. Результаты исследования подвергнуты статистической обработке с помощью стандартного пакета программ «Microsoft Office Exell».

Результаты исследования и их интерпретация.

Исследованию подвергнуто три вида голубей: сизые синантропные, почтовые и ижевские. Большею живой массой отличались почтовые голуби – $484,50 \pm 9,50$ г. Масса ижевских голубей меньше на 28,3% и составила $347,50 \pm 4,50$ г, синантропных сизых голубей – на 30,8% и соответствовала $335,50 \pm 34,75$ г. Разница в массе птиц обусловлена их породными особенностями. Физиологические показатели голубей, такие как температура и частота дыхательных движений в покое не имели достоверных отличий. Частота сердечных сокращений у ижевских голубей выше, чем у синантропных сизых и почтовых голубей на 6,2% и 13,6% соответственно (табл. 1).

Таблица 1

**Данные температуры, частоты дыхательных движений
и сердечных сокращений у голубей, n=6, M± m**

Показатель	Почтовые голуби	Ижевские голуби	Синантропные сизые голуби
Температура, °C	42,0±0,0	41,6±0,1	41,4±0,3
Частота дыхательных движений за 1 минуту	39,0±3,0	42,0±6,0	41,0±4,0
Частота сердечных сокращений за 1 минуту	76,5±1,5	88,5±1,5	83,0±6,0

Анализируя гематологические показатели, представленные в таблице 2, следует отметить, что концентрация эритроцитов в периферической крови больше у сизых голубей на 21,2% и 49,3% по сравнению с таковыми у почтовых и ижевских голубей. Содержание гемоглобина больше у почтовых голубей относительно сизых на 2,2% и ижевских на 32,5%. Уровень лейкоцитов в крови декоративных голубей не имел достоверного отличия и превысил аналогичный показатель у синантропных сизых голубей на 35,4-37,3% ($p \leq 0,05$). Значительные отличия имелись в лейкоцитарном профиле птиц. Так у синантропных сизых и почтовых голубей преобладали лимфоциты, но у первых процентная концентрация эозинофилов и моноцитов достигла соответственно 7,0 и 6,2, тогда как у почтовых голубей содержание эозинофилов не превышало 5,5%, а моноцитов 0,5%. У ижевских голубей в крови преобладали гетерофилы, а процентная концентрация лимфоцитов составила 45,5.

Таблица 2

Гематологические показатели крови голубей, n=6, M± m

Показатель	Почтовые голуби	Ижевские голуби	Синантропные сизые голуби
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	2,19±0,18	1,41±0,04	2,78±0,34
Гемоглобин, г/л	167,5±8,5	113,0±1,0	163,8±7,2
Гематокрит, %	51,5±1,5	43,0±1,0	46,5±1,8
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	12,02±0,06	11,67±0,12	7,54±0,22
Лейкограмма, %:			
Эозинофилы	5,5±0,5	5,0±1,0	7,0±1,0
Гетерофилы	29,0±3,0	53,5±0,5	19,8±2,5
Лимфоциты	65,0±4,0	45,5±5,5	66,8±2,2
Моноциты	0,5±0,1	-	6,2±2,2

Исследование уровня кортизола в сыворотке крови птиц выявило, что у синантропных сизых голубей он достиг $45,47 \pm 1,07$ нмоль/л, у почтовых $29,76 \pm 2,32$ нмоль/л, ижевских – $19,54 \pm 0,94$ нмоль/л ($p \leq 0,02$). Следовательно, у синантропных голубей наиболее высокий уровень тревожности, что объясняется их образом жизни, необходимостью мгновенно оценивать обстановку, уворачиваться от хищников, добывать пропитание. Более совершенной саморегуляцией обладают ижевские голуби. У почтовых голубей средний уровень тревожности, что объясняется их назначением и характером эксплуатации.

Заключение. Проведенное исследование показало, что:

– физиологические и гематологические показатели у одного вида птиц зависят от породных особенностей;

– уровень гормона стресса зависит от образа жизни и степени эксплуатации голубей.

Список литературы

1. Динамика гематологических показателей у синантропного сизого голубя, обитающего в Ивановской области /Е.И. Бычкова, Н.Н. Якименко, В.А. Пономарев, В.В. Пронин, Л.В. Клетикова // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2014. № 7. С. 32-37.
2. Клетикова Л.В. Пронин В.В., Бычкова Е.И. Критерии оценки стресса у синантропных птиц на примере *Columba livia* // Вестник Ульяновской ГСХА: Научно-теоретический журнал. 2015. 33 (31). С. 85-89.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫХЛОПАМИ АВТОТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БЕЛГОРОДА

Хорольская Е.Н.

доцент кафедры биологии, канд. биол. наук,
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, г. Белгород

Скорбач В.В.

доцент кафедры биотехнологии и микробиологии, канд. сель-хоз. наук,
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, г. Белгород

Костенко А.Ю., Изотова Е.Ю.

студенты 4 курса Института инженерных технологий и естественных наук,
Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, г. Белгород

В работе были проведены исследования загрязненности атмосферного воздуха выхлопами автотранспорта на различных центральных и близлежащих улицах города Белгорода.

Ключевые слова: загрязнение городской среды, автотранспорт, выхлопы, оксид углерода.

В настоящее время развитие экологического кризиса породило целый ряд проблем, связанных с ухудшением качества окружающей человека природной среды. Эти проблемы продолжают развиваться в результате индустриализации и урбанизации образа жизни человека, истощения энергетических и сырьевых ресурсов. Это ведет к уничтожению многих видов растений и животных, к отрицательным генетическим последствиям, вызываемым загрязнением природной среды [4,6].

О влиянии автомобильного транспорта на загрязнение окружающей среды и его роли в загрязнении атмосферы городов отмечается во многих работах многими авторами. Длительное время в качестве основных загрязните-

лей атмосферы в крупных городах рассматривались промышленные предприятия, которые являлись источниками поступления в окружающую среду сернистого газа, окислов азота, сажи.

Автомобильному транспорту как источнику загрязнения не уделялось должного внимания, хотя выхлопные газы автомобилей содержат около 200 вредных веществ. В среднем один автомобиль за год выбрасывает около 200 кг оксидов углерода ($CxOx$), 60 кг оксидов азота ($NxOx$), 40 кг углеводородов ($CxHx$), 3 кг металлической и резиновой пыли. Автотранспорт является важной экологической проблемой сегодняшнего дня, в значительной степени загрязняющий атмосферный воздух, почву, воду, являющийся одним из мощных источников накопления в геофизических средах, растительном и животном мире тяжелых металлов [5].

Автомобильный транспорт загрязняет окружающую среду, в том числе выбросами отработанных газов, сажи, аэрозолей. Негативно на человеке сказывается шум, вибрация и электромагнитные поля, создаваемые во время движения автомобильного транспорта [3].

Нами были проведены исследования по изучению загрязнения атмосферного воздуха выхлопами автотранспорта. На территории г. Белгорода нами были выбраны 9 улиц города и близлежащих районов с таким расчетом, чтобы они охватывали урбанизированные территории, отличающиеся по степени техногенного прессинга и, прежде всего, по динамике интенсивности движения автотранспорта.

При проведении исследований тип автотранспорта устанавливался нами в соответствии с общепринятой классификацией [1].

- По виду топлива: выделяют дизельные и бензиновые автомобили.
- По весовым категориям: легковые, легковые грузовые, средне грузовые и тяжелые грузовые.

Для оценки загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха, нами были использованы формулы расчета концентрации оксида углерода (СО).

Были проведены подсчеты автомобилей в 9 исследуемых районах города в четырехкратной повторности с интервалом 15-20 минут после каждого повтора.

Значение коэффициента токсичности по выбросам в атмосферу СО (K_t) определяли по формуле: $K_t = \sum P_i \cdot K_{ti}$, где P_i – состав движения (в долях от общего количества транспортного потока), K_{ti} – коэффициент токсичности (по выбросу СО) для каждого вида транспорта. В таблице 1 представлены расчеты коэффициента токсичности исследуемых районов города.

Таблица 1

Коэффициент токсичности по выбросам в атмосферу СО (K_t)

Названия улиц	Количество измерений и коэффициент токсичности			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Белгородский проспект	1,12	1,11	1,13	1,11
Богдана-Хмельницкого	1,07	1,08	1,11	1,09
Волчанская (п.Разумное)	1,16	1,17	1,15	1,15
Губкина	1,31	1,21	1,24	1,25

Дорожная (п. Майский)	1,21	1,17	1,43	1,23
Королева (с. Стрелецкое)	1,23	1,27	1,26	1,24
Привокзальная	1,21	1,18	1,19	1,16
Студенческая	1,34	1,34	1,35	1,29
Шоссейная (п. Северный)	1,21	1,24	1,21	1,25

Для оценки загрязнения использовалась формула *Бергмана*:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_Y \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi},$$

где K_{CO} – концентрация окиси углерода,

0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения,

N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге,

K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух оксида углерода

K_A – коэффициент, учитывающий аэрацию местности,

K_Y – коэффициент, учитывающий изменение концентрации оксида углерода в зависимости от продольного уклона местности,

K_C – то же в зависимости от скорости ветра,

K_B – то же в зависимости от влажности воздуха,

K_{Π} – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха оксидом углерода у пересечений. В таблице 2 представлены расчеты концентрации окиси углерода в исследуемых районах города.

Таблица 2

Концентрация окиси углерода (K_{CO})

Названия улиц	Количество измерений и концентрация окиси углерода (CO) мг/м.			
	1	2	3	4
Белгородский проспект	44,85	48,21	47,21	46,78
Богдана-Хмельницкого	66,94	69,98	71,28	70,22
Волчанская (п.Разумное)	87,76	85,12	100,58	85,33
Губкина	52,06	46,87	48,66	47,51
Дорожная (п. Майский)	27,07	26,06	27,17	22,86
Королева (с. Стрелецкое)	46,93	50,01	48,69	47,83
Привокзальная	56,31	66,59	60,69	61,63
Студенческая	98,96	102,18	100,01	89,24
Шоссейная (п. Северный)	171,24	177,52	171,27	177,04

При анализе данных было учтено то, что ПДК оксида углерода в приземном слое атмосферного воздуха в городах РФ равна 3 мг/м.

Полученные данные свидетельствуют о том, что интенсивный рост автотранспорта в значительной степени отрицательно влияет на окружающую среду. В наибольшей степени подвержены загрязнению выхлопными газами автотранспорта следующие территории: поселок Северный, улица Шоссейная (среднее значение выбросов оксида углерода 174,26 мг/м), поселок Разумное, улица Волчанская (среднее значение выбросов оксида углерода 89,69

мг/м), а так же улица Студенческая (среднее значение выбросов оксида углерода 97,59 мг/м) (рис.) На всех исследуемых участках города отмечен интенсивный рост количества автотранспорта, что усугубляет экологическую обстановку урбанизированной территории города и негативно сказывается на состоянии здоровья населения города.

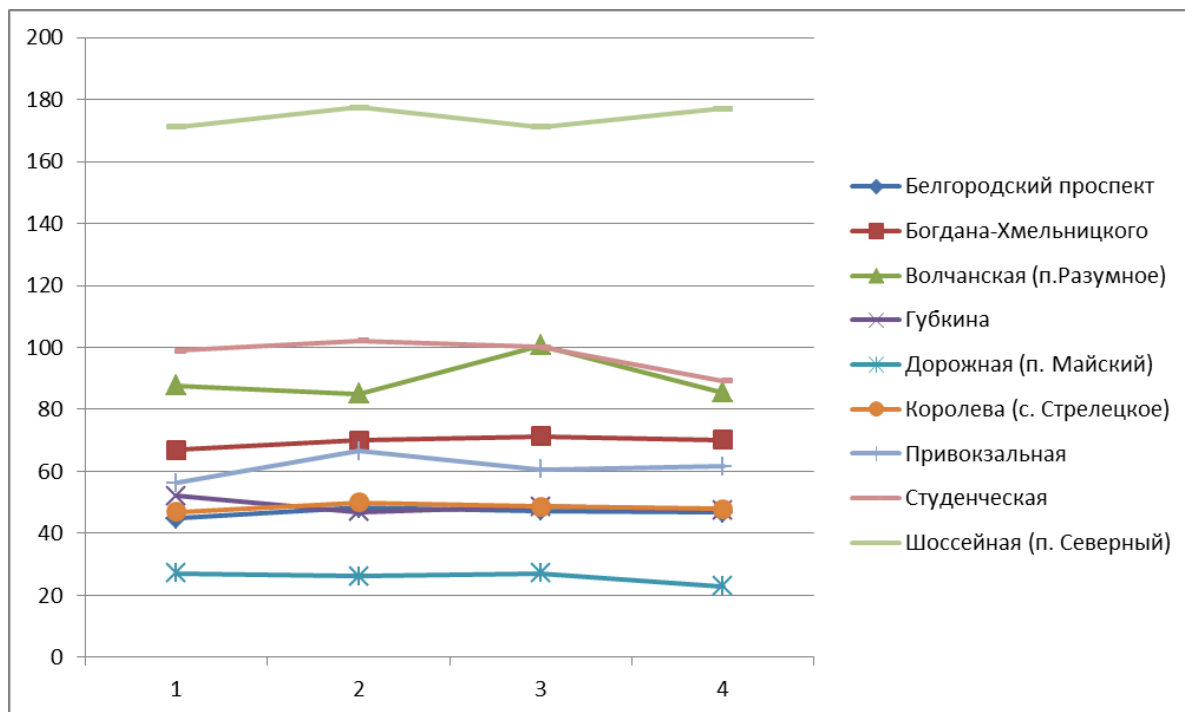


Рис. Уровень концентрации оксида углерода (CO) мг/м

Предлагаемые мероприятия по возможному улучшению качества атмосферного воздуха на территории г. Белгорода:

- поэтапная замена нефтяного топлива на сжиженный природный газ (СПГ) как наиболее чистый из углеводородных топлив;
- снижение количества автомобильного транспорта (на одного человека иногда приходится 2-3 автомобиля);
- запрет движения по улицам города автомобилей без фильтров очистки выхлопных газов;
- развивать велосипедное движение;
- строительство подземных и (или) надземных переходов;
- агитация жителей в пользу использования экологически чистых транспортных средств.

Список литературы

1. Городков А. В. Совершенствование проектирования средозащитных озеленительных пространств / А.В. Городков. Брянск: БГТА, 1999. 234с.
2. Городков А. В. История ландшафтного искусства / А. В. Городков. Брянск: БГТА, 2003. 203с.
3. Любимов, В.Б. Интродукции деревьев и кустарников в засушливые регионы / В.Б. Любимов, В.Г. Зиновьев. Воронеж- Белгород: БГУ, 2002. 224 с.
4. Любимов, В.Б. Интродукция растений (теория и практика) / В.Б. Любимов. Брянск, 2009. 364 с.

5. Мелехова О. П., Егорова Е. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. М.: Издательский центр «Академия», 2007. С. 13-15.

6. Мельников И.В. Оценка древесно-кустарниковой флоры и ее роль в оптимизации городской среды: Автореф. дис. канд. биол. наук. Брянск, 2009. 24 с.

7. Назаров Ю.В. Экологическое состояние урбанизированных территорий Балашовского района и их защита от негативного влияния автотранспорта: Автореф. дис. канд. биол. наук. Балашов, 2006. 22 с.

ИНТРОДУКЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *POTENTILLA* L. В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Шушпанникова Г.С.

доцент кафедры биологии, канд. биол. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени
Питирима Сорокина», Россия, г. Сыктывкар

Адамова Я.А.

лаборант кафедры биологии,
ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет
имени Питирима Сорокина», Россия, г. Сыктывкар

Дана оценка успешности интродукции трех видов лапчаток в Ботаническом саду ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина». Выявлены особенности их роста и развития, изучены начальные стадии онтогенеза.

Ключевые слова: интродукция, ботанический сад, виды, род *Potentilla*, фенологические фазы, онтогенез.

Растения рода *Potentilla* обладают декоративными свойствами, некоторые являются лекарственными растениями, поэтому вводятся в культуру. В ботаническом саду ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина», который расположен в подзоне средней тайги в черте г. Сыктывкара, в настоящее время произрастает около 500 видов растений. Объектами нашего исследования явились три вида интродуцентов – *Potentilla rupestris* L., *P. nepalensis* Hook., *P. atrosanguinea* Lodd. В литературе крайне мало сведений о биологии этих видов [1, 2, 3]. Виды произрастают на территории ботанического сада в открытом грунте без использования укрывного материала на делянках и в основании альпийской горки.

Лапчатка непальская (*P. nepalensis* Hook.) – розеточный гемикриптофит. Родина – Непал, встречается на горных лугах. В ботаническом саду произрастает сорт **Miss Wilmott** с 2005 г., был высажен семенами, приобретенные в агрофирме «Поиск». В условиях интродукции высота растений в среднем составляет 36 см; в природных условиях они достигают высоты 50 см. Листья тройчатые, черешковые. Среднее число листьев на стебле – 3; средняя длина листа 11–13 см. Число прикорневых листьев изменяется

от 3 до 5. Соцветие – раскидистая метелка. Сорт *Miss Wilmott* характеризуется светло-вишневыми цветками, с более темным глазом. Средняя длина цветоносов изменяется от 4 см до 8,5 см. Число цветков в соцветии составляет 8–11. Семена яйцевидной формы (1 мм длиной и 0,7 мм шириной), с одним острым краем, поверхность гладкая, окраска семян светло-коричневая, охристая с зеленоватым оттенком.

Вегетация у данного вида начинается 12–15 мая; бутонизация – 10–15 июня; массовое цветение приходится на 25–27 июня. Интенсивный рост побегов проходит в два пика: первый – в фазу вегетации, второй – в фазу цветения. Созревание плодов и семян приходится на вторую половину августа. Лабораторная всхожесть семян при освещении равна 85,4 %, в темноте – 70,6 %. Энергия прорастания: при освещении – 4,3 %, в темноте – 3,2 %. Первые всходы из собранных семян появились на 5-й день. Проростки – на 7-й день, небольшие растения (до 25 мм высотой) с семядолями овальной формы (2 мм длиной и 1 мм шириной), хорошо выражен главный корень (13 мм длиной). На 18-й день появились первые настоящие листья (1 мм длиной и 2 мм шириной), и растения перешли в ювенильное онтогенетическое состояние.

Лапчатка скальная (*P. rupestris* L.) – редкий вид с дизъюнктивным ареалом (Западная Сибирь, Скандинавия, Средняя и Атлантическая Европа), распространен на скалах, по каменистым склонам, на альпийских лугах, в тундре. В ботаническом саду Сыктывкарского университета л. скальная произрастает с 1977 г., была высажена семенами, полученными из ГБС. В условиях интродукции высота растений достигает до 75 см, в природных условиях – 30–50 см. Это многолетнее растение с сильно ветвящимся корневищем. Листья длинночерешковые, перистораздельные, с обратностреловидным полубоъемлющим влагалищем, собраны в прикорневой розетке. Число прикорневых листьев изменяется от 6 до 15; средняя длина составляет 31,5 см. Стеблевые листья почти все расположены в верхней части стебля, их среднее число на стебле – 6. Из пазух стеблевых листьев выходят железисто опушенные цветоносы длиной около 7 см. Соцветие – раскидистая метелка, состоит из цветков с белыми лепестками. Число цветков в соцветии – около 6. Орешки слегка морщинистые или гладкие. Семена копьевидной формы с тупым концом, поверхность голая, окраска – коричневая с оранжевым отливом. Длина семени – около 1 мм, ширина – 0,8 мм.

Начало вегетации у данного вида начинается в те же сроки, что и у л. непальской (12–15 мая). Рост продолжается весь период вегетации. Интенсивный рост приходится на конец июня – начало июля. Бутонизация и цветение у данного вида приходится приблизительно на те же сроки, что и у л. непальской. Бутонизация – 9–16 июня; массовое цветение – 23–26 июня. Плодоношение начинается 21–23 июля. Массовое формирование плодов и созревание семян происходит в конце июля.

Лабораторная всхожесть данных семян несколько ниже, чем у *P. nepalensis*. Семена, выращенные при освещении, имеют всхожесть равную 76,7 %, а в темноте – 22 %. Энергия прорастания: при освещении – 4 %, в темноте – 1,2 %. Начальные стадии онтогенеза данного вида протекают аналогично

предыдущему виду. Первые всходы появляются через 5 дней. Проростки – небольшие растения (до 23 мм высотой) с семядолями овальной формы (длинной – 2 мм, шириной – 1 мм), хорошо выражен главный корень (длиной 10 мм) формируются на 7-й день. На 18-й день появляются первые настоящие листья (длиной 1 мм, шириной – 3 мм), и растения переходят в ювенильное состояние.

Лапчатка темно-красная (*P. atrosanguinea* Lodd.) – корневищный многолетник. Родина – Гималаи, Непал. В ботаническом саду Сыктывкарского университета л. темно-красная произрастает с 1979 г., была высажена семенами, полученными из ГБС. В условиях интродукции ботанического сада высота растений изменяется от 28 см до 70 см, средняя составляет 40–50 см. В природных условиях – до 70 см. Листья тройчатые, с пильчатым краем, имеют светло-зеленую окраску с верхней стороны и белой войлочную – с нижней стороны. Нижние листья – черешковые, верхние – сидячие. Среднее число листьев на стебле – 4; средняя длина листа – 8 см. Число прикорневых листьев изменяется от 15 до 25. Соцветие раскидистая метелка. Средняя длина цветоносов 4 см. Число цветков в соцветии составляет от 4 до 14. Окраска лепестков – красная. Семена яйцевидной формы с одним острым краем, поверхность гладкая, окраска семян светло-коричневая, охристая с зеленоватым оттенком. Длина семени – около 1 мм, ширина – 0,8 мм.

Начало вегетации у данного вида начинается в те же сроки, что и у предыдущих видов лапчаток (12–15 мая); бутонизация – позже (30 июня). Данный вид характеризуется продолжительным цветением (22 июля – 15 сентября). Интенсивный рост проходит в два этапа (в фазу вегетации и в фазу цветения). Плодоношение и созревание семян начинается 18–21 августа. Лабораторная всхожесть семян, выращенных при освещении, равна 83,4 %, в темноте – 72,6 %. Энергия прорастания: при освещении – 4,4 %, в темноте – 3,8 %. Первые всходы появляются на 5-й день. Проростки – небольшие растения (до 25 мм высотой) с семядолями овальной формы (2 мм длиной и 1 мм шириной), имеют хорошо выраженный главный корень (13 мм длиной), формируются на 7-й день. На 18-й день появляются первые настоящие листья (1 мм длиной, 2 мм шириной) и растения переходят в ювенильное состояние.

Таким образом, оценка 3 видов рода *Potentilla* показала, что они успешно адаптируются в условиях среднетаежной зоны, регулярно цветут и плодоносят, их выращивание не требует специального укрытия на зиму. Растения подходят для групповых и одиночных посадок.

Список литературы

1. Антропова Г.Л. Онтогенез и жизненная форма двух лапчаток – *Potentilla stipularis*, *Potentilla inguinans* – с верховьев Колымы // Бот. журн. 1987. № 7. Т. 72. С. 918-925.
2. Волкова Г.А., Мишуров В.П., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. СПб: Наука, 2002. Т. 2. С. 179-180.
3. Жукова Л.А. Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола, 1997. 230 с.

**ОПОЛЬЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ – АНАЛОГИ ЛАНДШАФТОВ
СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Ахромеев Л.М.

заведующий кафедрой географии, экологии и землеустройства,
канд. геогр. наук, доцент, Брянский государственный уни-
верситет им. акад. И.Г. Петровского, Россия, г. Брянск

В статье ландшафты ополей Центральной России рассматриваются как ландшаф-
ты-аналоги северной лесостепи Восточно-Европейской равнины.

Ключевые слова: ополье, лесостепь, ландшафт, Центральная Россия.

В пределах юга лесной зоны Европейской части России, с юго-запада на северо-восток, «островами» расположены Стародубское, Брянское, Мещовское, Владимирское и другие ополья. Это возвышенные пологоволнистые дренированные равнины с плодородными, преимущественно серыми лесными почвами на покровных и лёссовидных суглинках, встречающиеся вдоль Главного ландшафтного рубежа Русской равнины [1, 6].

Ландшафты ополей находятся в непосредственной близости от границы северной лесостепи. Они удалены от зонального лесостепного ландшафта не более чем на 200 км. Такая близость территорий обусловила почти полную аналогию их современной ландшафтной структуры. Однако единство ландшафтной структуры ополей и северной лесостепи не может быть объяснено только близостью их территорий, единство обусловлено и характером внутренних взаимосвязей между слагающими их компонентами, ходом процессов ландшафтогенеза и историей формирования ландшафтов.

Становление современной ландшафтной структуры ополей и северной лесостепи началось в послеледниковое время. На протяжении почти всего голоцена ополья и северная лесостепь представляли собой лесной ландшафт [7].

Наряду с голоценовой историей развития ополей и северной лесостепи на их современную ландшафтную структуру большое влияние оказывают высотные различия в рельефе. Абсолютные высоты большинства ополей колеблются в пределах 160–220 м, реже более (Овручское ополье до 300 м). Тем не менее, среди них четко выделяются высотно-ландшафтные ступени. Ополья приурочены к возвышенностям преимущественно с положительными тектоническими движениями земной коры и относятся большей частью ко второй высотно-ландшафтной ступени (высота 180–250 м). Это Владимирское, Подольско-Коломенское, Мещовское, Брянское, Трубчевское ополья, которые отличаются господством плакорных местностей. К нижней ступени (высота 150–180 м) относятся ландшафты Касимовского ополья, а верхний уровень образует третья ступень (высота 250–300 м) с разнообразными и, как правило, более древними ландшафтами. К этой ступени относятся ландшаф-

ты Овручского ополья с участками не только плакорных, склоновых, но и останцово-водораздельных местностей. Амплитуды высот северной лесостепи выше, чем в опольях. Это объясняется тем, что северо-лесостепные участки занимают как возвышенности (Среднерусская), так и низменные равнины (Окско-Донская). Поэтому здесь к трем высотно-ландшафтным ступеням возвышенностей добавляются еще две высотно-ландшафтные ступени низкой равнины. Например, для северной лесостепи Окско-Донской равнины первая ступень (высота 90–130 м) характеризуется гидрогенными ландшафтами четвертичных террас Цны, а вторая ступень (высота 130–160 м) свойственна долинно-балочным ландшафтам. Для ополей и возвышенных участков северной лесостепи глубина главных местных базисов эрозии в среднем составляет 75–100 м. Для них же характерна и густая овражно-балочная сеть. Так, густота её в центральной части Касимовского ополья около 1,6–1,7 км/км² [2], что мало отличается от участков северной лесостепи Среднерусской возвышенности, где она колеблется от 1,3 до 1,5 км/км² и только на низменностях густота эрозионного расчленения не превышает 0,7 км/км² [3]. Наряду с оврагами и балками в опольях и на севере лесостепи широко распространены блюдцеобразные западины.

Много общих черт мы наблюдаем и в строении фундамента ополей и северной лесостепи. Коренные породы носят ярко выраженный карбонатный характер (известняк, мергель, мел, опока), которые перекрыты лессовидными и покровными суглинками.

Климат ополей также во многом сходен с климатом северной лесостепи (табл. 1). Их основные климатические показатели мало отличался друг от друга. Летние осадки в опольях часто носят, как и в лесостепи, ливневый характер. Испаряемость здесь немногим более 400 мм в год, поэтому коэффициент увлажнения Г.Н. Высоцкого – Н.Н. Иванова, как и на севере среднерусской лесостепи, близок к 1.

Таблица 1

**Основные климатические показатели ополей
Центральной России и северной лесостепи [4, 5]**

Ландшафты	Средняя температура, в °С		Сумма среднесуточных температур воздуха за период с температурой выше 10 °С	Продолжительность безморозного периода, дней	Среднегодовое количество осадков, мм
	январь	июль			
1	2	3	4	5	6
ОПОЛья					
Владимирское (г. Юрьев-Польский)	-11,5	18,2	2000	130	540
Подольско-Коломенское (г. Коломна)	-10,8	18,3	2100	135	540
Мещовское (г. Мещовск)	-9,5	18,0	2100	141	600
(г. Сухиничи)	-9,2	18,3	2200	140	570
Брянское (г. Брянск)	-8,5	18,3	2250	139	560
Присудостьское (г. Почеп)	-8,2	18,3	2300	148	530

1	2	3	4	5	6
Трубчевское (г. Трубчевск)	-8,2	18,6	2400	158	580
Стародубское (г. Стародуб)	-7,8	18,5	2400	154	580
СЕВЕРНАЯ ЛЕСОСТЕПЬ					
г. Орел	-9,2	18,4	2250	145	570
г. Елец	-9,8	19,4	2350	150	530
г. Венев	-10,5	18,3	2200	139	540
г. Рязск	-11,0	19,1	2350	145	530

Климатические особенности в сочетании с карбонатными лессовидными суглинками обусловили развитие в опольях и северной лесостепи светло-серых, серых и темно-серых лесных почв, которые сформировались под листовыми лесами. Несмотря на то, что почвы ополей входят в единый зональный тип серых лесных почв, они весьма специфичны и занимают промежуточное положение между дерново-подзолистыми почвами южной тайги и серыми лесными почвами лесостепной зоны.

Естественная растительность ополей почти не сохранилась, в прошлом она, как и на большей части северной лесостепи, состояла из чередования участков дубовых лесов и остепненных лугов. Дубовые леса ополей и северной лесостепи сильно вырублены, а большая часть остепненных лугов распашана. О былой естественной растительности территорий можно судить только по немногим уцелевшим их остаткам.

Большое сходство ополей и северной лесостепи наблюдается не только в сходстве слагающих их компонентов, но и в современной ландшафтной структуре (табл. 2). Более 50 % их территорий занимают плакорные местности, свыше 25 % – склоновые; имеются участки с междуречными недренированными и пойменными местностями.

Таблица 2

**Соотношение площадей местностей в ландшафтах
ополей Центральной России и северной лесостепи, в %**

Местности Ландшафты	Плакорные	Междуречные недренированные	Склоновые	Надпойменные террасовые	Пойменные	Остаточные моренно-волнистые	Зандровые	Всего	
								км ²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Владимирское ополье	48,2	9,7	33,6	0,8	1,8	5,9	-	2000,0	100,0
Касимовское ополье	59,3	12,1	28,2	0,1	0,3		-	280,0	100,0
Подольско-Коломенское ополье	49,1	12,8	32,4	1,2	4,5		-	2965,0	100,0
Мещовское ополье	51,5	6,0	29,7	1,2	3,8	7,8	-	2832,0	100,0
Брянское ополье	55,2	9,0	33,8	0,2	1,8	-	-	620,0	100,0
Присудостьское ополье	55,2	20,6	21,9	0,3	2,0	-	-	1200,0	100,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трубчевское ополье	51,6	13,6	31,5	0,5	2,8	-	-	580,0	100,0
Стародубское ополье	58,3	14,7	22,7	0,6	3,7	-	-	620,0	100,0
Верхнеокский северо-лесостепной район [8]	58,9	-	25,7	1,0	6,1	-	8,3	13574,0	100,0

Примечание: общая площадь ополей Центральной России – 11097,0 км²

Ландшафты ополей и северной лесостепи – это наиболее освоенная в сельскохозяйственном отношении территория Центральной России. Общая сельскохозяйственная освоенность ополей, как и северной лесостепи, составляет – 80–85 %; распаханность в отдельных хозяйствах достигает 70–75 и более процентов. Высокая распаханность территорий и ограниченный набор возделываемых культур привели к коренному изменению природы ополей и северной лесостепи, поэтому их современная ландшафтная структура носит антропогенный характер.

Таким образом, сравнительный анализ природы ополей и северной лесостепи позволяет сделать вывод, что ландшафты ополей, лежащие в лесной зоне, лесостепными «островами» или ландшафтами-аналогами современной северной лесостепи.

Список литературы

1. Ахромеев Л.М. Природа, генезис, история развития и ландшафтная структура ополей Центральной России. Брянск: РИО Брянского государственного университета, 2008. 182 с.
2. Видина А.А., Солнцев Н.А., Цесельчук Ю.Н. Касимовское ополье // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, География, 1961. № 3. С. 71–74.
3. Дроздов К.А. Ландшафтные парагенетические комплексы среднерусской лесостепи. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1978. 160 с.
4. Климатические ресурсы Центрально-Черноземных, Брянской и Орловской областей. Справочник. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 14 с.
5. Климатологический справочник СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1971. Вып. 8. Ч. 1. 330 с.; Ч. 2. 470 с.
6. Мильков Ф.Н. Словарь-справочник по физической географии. М.: Географгиз, 1960. 270 с.
7. Нейштадт М.И. Палеогеография природных зон Европейской территории СССР в послеледниковое время // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1953. № 1. С. 32–48.
8. Физико-географическое районирование центрально-черноземных областей / Под ред. проф. Ф.Н. Милькова. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1961. 263 с.

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ с. УСТЬ-КИШЕРТЬ

Корякина А.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, г. Пермь

Ковалёва Т.Г.

доцент кафедр ИГиОН, Динамической геологии и гидрогеологии,
канд. геол.-минерал. наук, Пермский государственный национальный
исследовательский университет, Россия, г. Пермь

По результатам исследований, проведенных за последние 70 лет различными организациями, на территории с. Усть-Кишерть, расположенном в Пермском крае, рассмотрены инженерно-геологические условия. В данной работе автором предложена классификация перекрывающей толщи неоген-четвертичной и четвертичной систем. Выделение слоев произведено в зависимости от происхождения, вида и разновидности грунтов, а также их состояния и свойств.

Ключевые слова: четвертичные отложения, инженерно-геологические слои, село Усть-Кишерть, карстовый район.

Село Усть-Кишерть расположено в юго-восточной части Пермского края, является центром Кишертского района и входит в Кишертско-Суксунский район развития карста.

Район с. Усть-Кишерть расположен в узкой зоне сочленения Восточно-Европейской платформы и Предуральяского прогиба и приурочен к восточной части Волго-Уральской антиклизы. В геологическом строении района принимают участие отложения артинского (P_{1ar}), кунгурского (P_{1kg}) и уфимского (P_{1uf}) ярусов нижней перми, представленные карбонатными, карбонатно-сульфатно-глинистыми породами; палеоген-неогеновые глины, пески с включением кварцитовидных песчаников, галечники; четвертичные – аллювиальными грунтами, супесями, глинами, суглинками с дресвой и щебнем коренных.

С запада на восток наблюдается смена карбонатных фаций карбонатно-сульфатными, а затем песчано-глинистыми.

Породы артинского и нижней части кунгурского ярусов выходят на поверхность в пределах Уфимского вала. Восточнее они погружаются и перекрываются породами иренского горизонта. Ближайшие выходы артинских пород (рифовые образования) имеются на правом берегу р.Сылвы против северной окраины села Усть-Кишерть [1].

Карстующаяся толща исследуемой территории представлена породами артинского яруса, а также филипповского и иренского горизонтов кунгурского яруса нижней перми и перекрывающими их неоген-четвертичными карстово-обвальными, четвертичными аллювиальными, делювиально-аллювиальными, озерно-болотными образованиями, а также насыпными грунтами [2].

В гидрогеологическом отношении на территории исследуемого района выделяются два водоносных горизонта. Первый – горизонт трещинно-грунтовых и трещинно-пластовых вод приурочен к коренным терригенно-карбонатным отложениям кунгурского и артинского ярусов. Второй – горизонт грунтовых вод приурочен к четвертичным дисперсным отложениям.

Подземные воды исследуемой территории находятся в тесной связи с ее геологическим строением, физико-географическими и геоморфологическими условиями. Эта связь выражается в неодинаковых условиях формирования химического состава и ресурсов подземных вод, особенностях их залегания, движения и разгрузки.

В инженерно-геологическом строении территории выделяется два принципиальных глубинных интервала, в которых вне зависимости друг от друга, возможно проявление опасных геологических процессов, обусловленных влиянием различных групп генетических факторов. В ходе настоящих исследований детально изучались грунтовые условия отложений четвертичной покровной толщи. Для этого, в пределах изучаемой территории были собраны и систематизированы данные инженерно-геологических изысканий и исследований за последние 70 лет, в выполнении которых участвовали такие организации как «ВерхнеКамТИСИЗ», «Пермгипроводхоз». В результате систематизации материалов был составлен каталог, включающий более 700 горных выработок (скважины, шурфы), 1010 проб грунтов, 520 проб воды. По этим данным был произведен предварительный анализ инженерно-геологического строения исследуемого района.

Несмотря на детальное изучение грунтовой толщи села Усть-кишерть, ранее инженерно-геологические слои не выделялись. Автором предложена классификация перекрывающей толщи неоген-четвертичной и четвертичной систем.

По данным горнопроходческих работ, полевых испытаний грунтовой толщи и лабораторных исследований проб грунтов геолого-литологический разрез исследуемого района подразделяется на ряд инженерно-геологических слоев. Выделение слоев произведено в зависимости от происхождения, вида и разновидности грунтов, а также их состояния и свойств. Всего выделено 18 слоев, 1 из которых представлен искусственным грунтом, 5 – пластичными грунтами различного генезиса, 7 – песчаными и крупнообломочными аллювиальными грунтами, 5 – элювиальными глинистыми и крупнообломочными грунтами с супесчаным заполнителем.

С поверхности в местах пересечения с автомобильными и железными дорогами залегают искусственные насыпные грунты (слой 1). Мощность 1,0-2,7 м.

Слои 2-6 представлены дисперсными пластичными (глинистыми, органическими и органо-минеральными) грунтами. Они залегают с поверхности поймы, I низкой и высокой террасы под слоем искусственных грунтов и почвенно-растительным слоем. Ниже этих отметок начинается песчаный горизонт.

Песчаный горизонт (слои 7-10) выдержан в разрезе. Крупность материала возрастает с увеличением глубины. Общая мощность песков изменяется от 0,2 до 7,5 м.

Под отложениями песчаного горизонта развиты аллювиальные крупно-обломочные грунты (слой 11, 12), а также элювиальные глинистые и крупно-обломочные отложения с супесчаным заполнителем (слои 13-18) – продукты разрушения коренных пород.

Предложенная систематизация грунтовой толщи не является окончательной и требует доработки и возможного пересмотра с учетом физико-механических свойств грунтов, которые по предварительным данным характеризуются большим разнообразием даже в рамках выделенных слоев. Подробный анализ их изменчивости будет приведен на следующих стадиях исследования.

Список литературы

1. Горбунова К. А. Особенности гипсового карста. Путеводитель по Кишертско-Суксунскому карстовому району Перми, [Кн. изд.], 1965. – 120 с.

2. Катаев В.Н., Ковалёва Т.Г., Лихая О.М. Комплекс геологических показателей активности карста в пределах с. Усть-Кишерт и на прилегающей территории // Гидрогеология и карстование: Межвуз. сб. науч.тр./ Перм. ун-т. – Пермь, 2010. – Вып. 17, С. 61-71.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТНОГО АЗОТА В ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Марыныч С.Н.

магистрант 2 года обучения, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, г. Белгород

Колмыков С.Н.

доцент кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, канд. географ. наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, г. Белгород

Курепина В.А.

студентка 3 курса, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, г. Белгород

Корнилов А.Г.

зав. кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, д-р географ. наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, г. Белгород

В статье рассматривается методика определения содержания загрязнения нитратными соединениями природных водных объектов. По данной методике авторами статьи были проведены полевые и лабораторные исследования азотного загрязнения водных объектов Алексеевского района и юго-западных районов Белгородской области в разные периоды 2016 года.

Ключевые слова: загрязнения, нитраты, методика определения, калибровка, ионы, азотное загрязнение.

Методика, рассмотренная в данной статье, является действующей и утверждена ГОСТ 18826-73 от 01.02.2009 г.

Нитраты – это соли азотной кислоты, наличие которых как правило вызвано поступлением в воду хозяйственно-бытовых и промышленных стоков, а также стоков воды с сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых азотосодержащими удобрениями, и с атмосферными осадками [3]. Увеличение концентрации нитратных ионов наблюдается в летнее время в период массового отмирания фитопланктона и высокой активности нитрификаторов. Важным источником обогащения поверхностных вод нитратами являются образующиеся при атмосферных электрических разрядах окислы азота, которые после поглощения атмосферными водами попадают на земную поверхность. В поверхностных водах нитраты обычно присутствуют в заметных количествах за исключением периода интенсивного развития фитопланктона в водоемах, когда содержание нитратов может падать до исчезающе малых величин. В настоящее время происходит постоянный рост концентрации нитратов из-за широкого использования удобрений, избыток которых с грунтовыми водами поступает в источники водоснабжения. Загрязнение воды нитратами может быть обусловлено как природными, так и антропогенными причинами. В результате деятельности бактерий в водоемах аммонийные ионы могут переходить в нитрат-ионы, кроме того, во время гроз некоторое количество нитратов возникает при электрических разрядах – молниях. Повышенное содержание нитратов в поверхностных водоемах ведет к их зарастанию, азот, как биогенный элемент, способствует росту водорослей и бактерий. Это называется процессом эвтрофикации [1]. Процесс этот весьма опасен для водоемов, так как последующее разложение биомассы растений израсходует весь кислород в воде, что, в свою очередь, приведет к гибели фауны водоема.

Метод определения концентраций нитрат-ионов заключается в измерении разности потенциалов (э.д.с.) измерительного ионоселективного электрода и электрода сравнения в растворе с помощью иономера. Перед началом работы рекомендуется выдержать электрод при комнатной температуре не менее 1 часа в растворе и приготовить иономер согласно указаниям изложенным в руководстве по эксплуатации. Также необходимо провести калибровку электрода, то есть установить зависимость разности потенциала между ионоселективным электродом и вспомогательным [2].

Пробы отбирают в стеклянную или полиэтиленовую светонепроницаемую посуду вместимостью не менее 150 см³, предварительно ополаскивают посуду анализируемой водой. Анализ выполняют в день отбора проб или не позднее двух суток при условии хранения пробы при температуре 3 – 4°C.

В стакан вместимостью 100 см³ вносят 45 см³ анализируемой пробы воды и приливают 5 см³ фонового раствора K₂SO₄, перемешивают и измеряют температуру раствора. Время измерения электродом в каждой пробе должно быть строго одинаковым и равным 3 минутам. После каждого изме-

рения электроды промывают дистиллированной водой и осушают фильтровальной бумагой. Выполняют два параллельных определения [1].

Список литературы

1. Колмыков С.Н. Гидрохимический анализ состояния рек, подверженных влиянию горнодобывающей промышленности на территории Белгородской области: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. географ. наук. – Белгород, 2008. – 24 с.
2. Курепина В.А., Марыныч С.Н., Корнилов А.Г. Азотное загрязнение водных объектов Алексеевского района Белгородской области на пике раннего половодья в 2016 году // Современные тенденции развития аграрного комплекса: электронный сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции 11-13 мая 2016 г. с. Соленое Займище, 2016. – С. 52-55.
3. Марыныч С.Н., Курепина В.А., Корнилов А.Г., Колмыков С.Н. Азотное загрязнение водных объектов юго-западных районов Белгородской области на пике раннего половодья в 2016 году // Современные тенденции развития аграрного комплекса: электронный сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции 11-13 мая 2016 г. с. Соленое Займище, 2016. – С. 55-57.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ О СОСТАВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ЛИДАРНЫМ МЕТОДОМ

Мухина И.Н.

доцент кафедры прикладной математики, канд. техн. наук, доцент,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Новосибирск

В статье излагается численное решение обратной некорректной задачи восстановления концентраций атмосферных загрязнений по данным лидарных измерений. При решении обратной задачи газоанализа в случаях, когда матрица вырождена, не все концентрации газов восстанавливаются с помощью обычных методов регуляризации. Предложен нелинейный алгоритм регуляризации с векторным параметром сглаживания, компоненты которого «подстраиваются» под восстанавливаемые значения концентраций загрязнителей.

Ключевые слова: газоанализ, прикладная математика, некорректные задачи, регуляризация.

Начиная со второй половины XX века бурное развитие промышленного производства, недопонимание важности защиты окружающей среды, отсутствие эффективных методов и средств контроля создали предпосылки для серьезных изменений на поверхности Земли, в её недрах и в околоземном пространстве. Страдают все составные части биосферы, в том числе атмосфера. Под загрязнением воздушного бассейна понимается привнесение в атмосферный воздух новых, нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации. Актуальность задачи охраны воздушного бассейна требует целого комплекса мер законодательного, архитектурно-планировочного, технологического и санитарно-технического характера. Необходимо разрабатывать мето-

ды, приборы и технологии для мониторинга атмосферы и ее составляющих. Одно из направлений исследования – развитие контактных и бесконтактных методов контроля [2], другое направление связано с разработкой математических методов обработки экспериментальных данных и построением математических моделей атмосферы [3].

Самым распространенным из бесконтактных методов контроля за состоянием атмосферы стал лидарный метод, основанный на принципах лазерной радиолокации. Он позволяет обнаружить частицы и аэрозоли по измерению рассеянного или поглощенного ими излучения. Уменьшение интенсивности излучения наблюдается в том случае, когда частота излучателя попадает в полосу поглощения молекулы какого-то газа. Ослабление интенсивности электромагнитного излучения при прохождении через вещество описывается законом Бэра-Ламберта-Бугера [1]:

$$dI(\lambda) = -I(\lambda)a(\lambda)dl, \quad (1)$$

здесь $dI(\lambda)$ – ослабление интенсивности $I(\lambda)$ излучения с длиной волны λ , прошедшего через слой вещества толщиной dl ; $a(\lambda)$, (см^{-1}) – коэффициент ослабления среды для излучения с длиной волны λ , характеризующий свойство среды пропускать излучение. Решая (1) относительно $a(\lambda)$ для однородной среды получим

$$a(\lambda) = K(\lambda) \cdot \rho, \quad (2)$$

где ρ – искомая концентрация молекул газа, усредненная по трассе распространения лазерного луча, (см^{-3}), $K(\lambda)$ – массовый коэффициент поглощения на длине волны λ , (см^2). Перепишем данное уравнение в виде системы линейных алгебраических уравнений:

$$K \cdot \rho = y, \quad (3)$$

Здесь K – матрица размерности $(N \times M)$ массовых коэффициентов поглощения M газов на N длинах волн измерений, ρ – искомый вектор концентраций примесей размерности M , $y = \{y_i\}_{i=1, \overline{N}}$ – вектор объемного коэффициента поглощения среды размерности N , который вычисляется по результатам измерений, $y_i = \alpha(\lambda_i)$. Таким образом обратная задача лазерного газоанализа многокомпонентных смесей сводится к восстановлению концентраций примесей в атмосфере из решения системы линейных алгебраических уравнений (3).

Матрица системы K является плохообусловленной. На практике это означает, что малым изменениям в векторе результатов измерений могут соответствовать сколь угодно большие изменения в искомом векторе концентраций газов. Задача решения таких уравнений относится к классу некорректных задач, для решения которых академиком А.Н. Тихоновым предложен метод регуляризации. Суть метода заключается в нахождении решения, называемого регуляризованным, зависящего от скалярного параметра регуляризации и обладающего свойством сходимости к точному решению при стремлении параметра регуляризации к нулю [3]. Использование скалярного параметра при вычислении вектора концентраций обуславливает существенный

недостаток этого класса регуляризованных решений, проявляющийся при восстановлении «контрастных» решений. Такие решения содержат группы сильно различающихся по величине элементов: например, концентрация H_2O в средних широтах в зимнее время составляет $5,88 \cdot 10^{+3}$ и $1,56 \cdot 10^{+4}$ (г/м³) – в летнее время. При этом концентрации этанола и метана при нормальных условиях не превышают сотых долей ppm.

Для устранения этого недостатка вместо скалярного параметра регуляризации предлагается использовать векторный параметр регуляризации [4]. Компоненты этого вектора должны «подстраиваться» под обрабатываемое значение концентрации того или иного газа – увеличиваться для больших и уменьшаться для малых величин концентраций.

Результаты проведенных вычислительных экспериментов подтвердили высокую эффективность предложенной методики [5]. Далее были произведены расчеты по данным натурного эксперимента. В натурном эксперименте использовалась установка Института оптики атмосферы СО РАН [2]. Она состояла из лазерного источника, зеркального отражателя, фотоприемника и системы предварительной обработки результатов. В качестве источника излучения использовался CO₂-лазер с дискретной перестройкой по 100 длинам волн из диапазона 9,1-10,8 мкм. Измерения проводились на побережье Черного моря, длина трассы L составила 2,4 км. Измерения проводились для шести газов: воды, углекислого газа, метана, озона, этилена и бензола. Для матрицы массовых коэффициентов поглощения K было вычислено число обусловленности $1,84 \cdot 10^4$, что говорит о плохой обусловленности системы и необходимости применения алгоритмов регуляризации. В таблице приведены результаты восстановления концентраций газов методом регуляризации Тихонова и предложенной методикой с векторным параметром. Концентрации всех газов, кроме воды, даны в ppm, для воды концентрация приведена в г/м³.

Таблица

Газ	Метод регуляризации Тихонова	Векторная регуляризация
вода	15,7	15,7
углекислый газ	303	369
аммиак	0,0148	0,0155
озон	0,0515	0,0534
этилен	0,1999	0,1891
бензол	0,2879	0,3057

Значения восстановленных концентраций согласуются с результатами авторов [2], полученными на тех же данных. Учитывая результаты вычислительных экспериментов, можно говорить о высокой точности полученных решений.

Список литературы

1. Батчер С., Чарлсон Р. Введение в химию атмосферы. Пер. с англ. М.: Мир, 1977. 270 с.
2. Макушкин Ю. С., Мицель А.А., Хмельницкий Г.С. Лазерная абсорбционная диагностика атмосферных газов // Журнал прикладной спектроскопии. 1981. Т.35, №5. URL: <http://imaph.bas-net.by/jas/rus/>.

3. Тихонов А.Н. и др. Численные методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1990. 229 с.

4. Воскобойников Ю. Е., Мухина И.Н. Локальный регуляризирующий алгоритм восстановления контрастных сигналов и изображений // Автометрия. 2000. №3. URL: <http://www.iae.nsk.su/>

5. Мухина И.Н. Высокоточная методика обработки результатов лидарных измерений загрязнения атмосферы // Тезисы докл. Всероссийской научн. конф. «Математическое и физическое моделирование опасных природных явлений и техногенных катастроф», Томск: Изд-во Томского ун-та, 2010.

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ МИГРАЦИЯ И ТРУДОРЕСУРСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНОВ РОССИИ (КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ)

Самонина С.С.

зав. кафедрой экономической и социальной географии, канд. геогр. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Россия, г. Саратов

С помощью кластерного анализа выделены группы (кластеры) регионов с наиболее близкими показателями по направлениям передвижения и качественным характеристикам (уровню образования) мигрантов.

Ключевые слова: трудоресурсная безопасность, миграции, регионы России, кластерный анализ.

В современных экономических условиях перед каждым регионом стоит проблема трудоресурсной безопасности. Основой такой безопасности выступают стабильные устойчивые процессы воспроизводства количественных и качественных характеристик населения. Практически все регионы – субъекты Российской Федерации пополняют свои трудовые ресурсы за счет миграционного обмена со странами – бывшими республиками СССР (Казахстан, Узбекистан, Армения, Азербайджан, Киргизия), но при этом многие из них «теряют» население в миграционном обмене с другими регионами России. По качественным характеристикам трудовых ресурсов (образованность, профессионализм) этот обмен не сопоставим [1, 28].

Был проведен кластер-анализ по 12 параметрам, характеризующим распределение мигрантов по направлениям передвижения и уровню образования. Проанализировано число прибывших и выбывших в пределах региона, регионов России, стран зарубежья; анализ был проведен в региональном аспекте. Особый интерес представлял анализ образовательного уровня мигрантов и их распределение по территории России [2].

Кластерный анализ – метод статистического анализа, осуществляющий выборку объектов, и затем классифицирующий их в сравнительно однородные группы. Классификация регионов осуществляется с помощью присвоения оптимальных вероятностей попадания региона в каждый из кластеров. В результате анализа были выделены 6 кластеров, наиболее близких по исследуемым показателям.

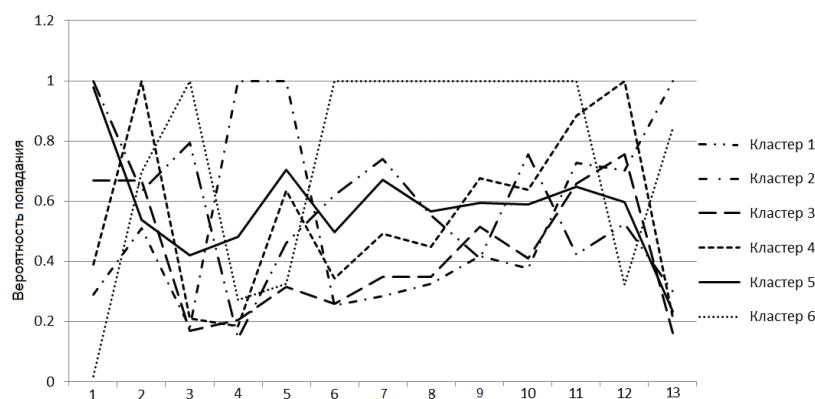


Рис. 1. Средние значения факторов по кластерам [3, 154]

Первый кластер характеризуется самой большой численностью прибывших, прежде всего стремящихся в Москву. Мигранты прибыли, главным образом, из других регионов России, имеют самый высокий (за исключением 6 кластера) уровень образования – большая часть приехавших имеет неполное высшее, высшее и среднее профессиональное образование.

Второй кластер образовали субъекты, миграционные потоки в которые сформировали главным образом прибывшие из зарубежья (главным образом из стран СНГ) и имеющие самое низкое образование или вообще не указавшие таковое.

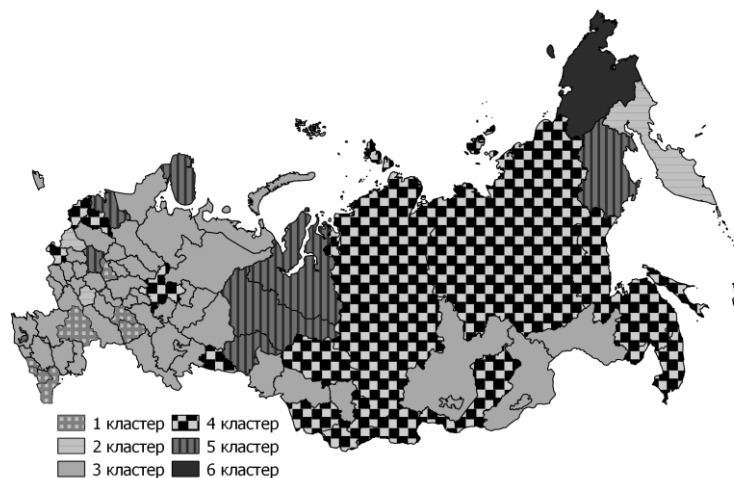


Рис. 2. Кластеризация регионов России (без Крымского ФО) по направлениям передвижения и уровню образования мигрантов [3, 155]

Третий кластер, самый многочисленный по характеру субъектов, характеризуется достаточно высокой численностью мигрантов, но прибыли они, главным образом, из ближайших соседних регионов, уровень их образования близок мигрантам предыдущего кластера или чуть выше.

В четвертый кластер входят субъекты, миграционные потоки которых также, в основном, ограничиваются межрегиональным уровнем, образование в основном среднее общее, среднее полное.

Пятый кластер включает субъекты, характеризующиеся наиболее средними показателями, образование в основном среднее профессиональное.

Шестой кластер включает только один субъект – Чукотку, характеризующуюся самой маленькой численностью проживающего здесь населения, мигранты отличаются самым высоким уровнем образования и прибыли из других регионов России [3, 154].

Таким образом, современные миграционные процессы в России, напрямую угрожают трудовресурсной безопасности большинства регионов страны. Происходит не только количественное, но и качественное обеднение человеческого капитала субъектов РФ, вызванное диспропорциями в распределении трудовых ресурсов по территории страны и уровне их квалификации.

Список литературы

1. Уставщикова С.В. Некоторые проблемы трудовресурсной безопасности Саратовской области//Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. – Сер. Науки о Земле. – 2015. Т.15, вып.1. – С. 27-30.
2. Регионы России. Социально-экономические показатели 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_113862350615
3. Самонина С.С. Межрегиональная миграция в современной России//Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. – Сер. Науки о Земле. 2016. Т.16, вып. 3. – С. 151-155.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ВНУТРИСКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Султанова Д.А.

аспирант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных
и газовых месторождений, Санкт-Петербургский горный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

Мардашов Д.В.

доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Санкт-Петербургский горный университет,
Россия, г. Санкт-Петербург

В последние годы, многие нефтегазодобывающие компании стали уделять больше внимания поиску возможностей увеличения межремонтного периода работы внутрискважинного оборудования. К основным осложняющим факторам эксплуатации большинства скважин добывающего фонда относятся: коррозия оборудования, соле- и асфальтосмолопарафиновые отложения. В данной статье рассматривается химический метод противокоррозионной защиты оборудования.

Ключевые слова: коррозия, нефтегазопромысловое оборудование, ингибиторы коррозии, лабораторные исследования.

Предприятия нефтегазовой отрасли вынуждены уделять все больше внимания проблеме защиты оборудования от коррозии. Постоянное взаимодействие оборудования с агрессивными средами, их работа в экстремальных

условиях придает данному вопросу большую актуальность. Как правило, система защиты выбирается на стадии проектирования: закладывается планируемый срок службы, устанавливаются требования по эксплуатации и обслуживанию оборудования. Однако в реальности приходится также противостоять влиянию способствующих коррозии факторов, возникающих в связи со сложными геологическими условиями.

При контакте добываемой нефтегазоводяной смеси со скважинным оборудованием возможно проявление следующих видов коррозионного разрушения: общая (неравномерная) коррозия и локальная (местная) коррозия [5].

Автор статьи [1] отмечает, что для скважинного оборудования месторождений Западно-Сибирского нефтегазового региона наиболее характерной является локальная коррозия внутренней поверхности насосно-компрессорных труб (НКТ) и наружной поверхности электроцентробежных насосов (ЭЦН), чуть реже встречаются случаи коррозии внешней поверхности НКТ, рабочих органов ЭЦН, металлической оболочки кабеля и обсадной колонны.

Локальные коррозионные повреждения характеризуется многообразием типов, основными из которых согласно [1], условно можно обозначить обычную язвенную коррозию и мейза-коррозию. Другие типы локальных повреждений представляют собой промежуточные варианты между этими видами коррозии.

Современный рынок нефтепромысловых услуг предлагает различные методы для защиты нефтепромыслового оборудования от коррозии, включающие применение различных антикоррозионных покрытий, использование коррозионно-стойких сплавов и неметаллических материалов, а также организацию ингибиторной защиты с помощью реагентов -ингибиторов коррозии [4]. Стоит отметить, что устранение последствий коррозионного износа оборудования влечет за собой большие экономические потери. В связи с этим, проведение профилактических мероприятий по его защите является наиболее рациональным решением.

В основе методики выбора типа профилактических мероприятий лежит поэтапное определение действующих условий коррозии для каждого отдельного случая. Необходимо выявить место локализации коррозионных повреждений. Определение данной зоны производится в ходе расследования причин коррозионного отказа. Полученная информация фиксируется в акте комиссионного осмотра НКТ при их подъеме и в сводке по коррозионной ситуации. Далее устанавливается тип коррозионного повреждения и природа коррозионного процесса. На основании полученных результатов проводится выбор группы технологий, применение которых технически допустимо для каждой из зон коррозионного повреждения. Изучаются пограничные критерии применимости технологии с учетом конкретных условий и режимов работы скважины, осложненной коррозией, оцениваются технико-экономические показатели. По результатам данного анализа к внедрению рекомендуют наиболее эффективную для данных условий технологию.

Все существующие технологии имеют свои преимущества и недостатки. К примеру, применение труб и корпусных деталей из нержавеющей стали имеет достаточно высокую стоимость [4], действие протекторной защиты ограничивается определенным расстоянием – радиусом защитного действия протектора [8], закачиваемые ингибиторы адсорбируются на поверхности мехпримесей [3] и т.д. Однако, как отмечают авторы работ [4,6], химический метод защиты является наиболее распространенным и перспективным средством коррозионной защиты нефтегазопромыслового оборудования, показывающий достаточно высокую эффективность.

Химический метод защиты, как правило, осуществляется посредством применения ингибиторов коррозии. Ингибиторную защиту применяют в основном как предупреждающую меру до внедрения более радикальных способов. Применение ингибиторов максимально замедляет течение процесса коррозии, при этом химические реагенты не оказывают негативного влияния на сам металл.

Принцип действия ингибиторов основан на образовании защитной пленки на поверхности оборудования. Адсорбируясь на поверхности металла, ингибиторы препятствуют процессам окисления и растворения железа. Главной задачей ингибиторов является достижение эффективной защиты. Стоит отметить, что подбор ингибитора необходимо проводить индивидуально для каждого условия, нет универсальных реагентов, одинаково эффективных в любых средах.

На сегодняшний день на рынке нефтепромысловой химии возникла очень большая конкуренция среди множества производителей ингибиторов коррозии [6]: Опытный завод Нефтехим, Миррико, ФЛЭК, Напор, Акватэк, Экспериментальный завод Нефтехим, Nalco Chemicals, Baker Petrolite, Halliburton Services и т.д.

Выбор ингибитора и его оптимальной дозировки производится на основании результатов лабораторных испытаний. Проводится проверка соответствия основных параметров исследуемых реагентов, значениям, приведенным в их технических условиях. В основном определяют такие параметры как: вязкость, плотность, совместимость и растворимость, температура застывания, массовая доля сухого остатка, аминное число несвязанных аминов, эффективность реагентов [7]. В случае несоответствия полученных параметров значениям, указанным в технических условиях, а также граничным значениям, обусловленным технологией подачи ингибитора, низкой защитной способностью для определенных условий, то применение реагента не допустимо. Окончательный выбор базового и альтернативного ингибиторов осуществляется с учетом их стоимости.

С проблемой коррозии оборудования сталкиваются все нефтегазодобывающие предприятия. Однако, в последнее время, эксплуатация добывающих скважин осложнена сразу несколькими факторами, к примеру, помимо коррозии оборудования происходит и выпадение солейотложений. В связи с этим хотелось бы отметить, что важной перспективной задачей является поиск комплексного подхода к решению данной проблемы.

Список литературы

1. Антипин Ю.В., Валеев М.Д., Сыртланов А.Ш. Предотвращение отложений при добыче обводненной нефти. Уфа, Башк. кн. изд-во, 1987. 168 с.
2. Даминов А.А. Коррозионные поражения подземного оборудования добывающих скважин на месторождениях Западно-Сибирского региона. Исследование причин коррозии, разработка и применение мероприятий по снижению коррозионного воздействия // Инженерная практика. 2010. №6. С. 26-36.
3. Завьялов В.В. К вопросу о выборе ингибиторов коррозии для защиты подземного оборудования скважин// Инженерная практика. Спецвыпуск. С. 69-71.
4. Завьялов Е.В. Методы противокоррозионной защиты ГНО и НКТ. Результаты применения ингибиторов коррозии инженерная практика // Инженерная практика. Спецвыпуск. С. 16-19.
5. Ивановский В.Н. Коррозия скважинного оборудования и способы защиты от нее// Коррозия территории нефтегаз. 2011.№1(18). С. 18-25.
6. Лазарев А.Б. Основные методы борьбы с коррозией нефтепромыслового оборудования и критерии их применимости// Инженерная практика. 2011. №8. С. 14-19.
7. Султанова Д.А, Мардашов Д.В., Хусаинов Р.Р. Исследование влияния ингибиторов солеотложений на эффективность ингибиторов коррозии в нефтяных скважинах// Инженер-нефтяник. 2016. № 2. С. 53-56.
8. Шакиров Э.И. Эксплуатация скважин коррозионного фонда «РН-Пурнефтегаз». Методы борьбы с коррозией// Инженерная практика. 2016. №6. С.56-65.

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Исакова В.В., Никитина А.В.

студенты, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Нижний Новгород

В статье информационное моделирование рассматривается, как важная составляющая, способствующая улучшению качества проектирования и строительства. Кроме того, оно позволяет создать информационную базу данных, что даёт возможность получить сведения об объекте в любое время.

Ключевые слова: информационное моделирование, информационная база данных, компьютерные технологии, трёхмерная модель.

Информационные технологии все плотнее и глубже интегрируются в сферу строительства и выражаются в автоматизации как производственных процессов, так и в развитии новых подходов к данной отрасли. Последнее нашло свое явное выражение в такой технологии, как информационное моделирование, которое представляет собой относительно новый подход, повышающий качество процесса проектирования и строительства, основная идея которого заключается в использовании единой модели здания и обмене соответствующими данными о любом объекте всеми участниками на любой стадии осуществления проекта – от общих набросков архитектора согласно изначальному приблизительному плану владельца и до технического обслуживания готового здания.

Во многом информационное моделирование направлено на формирование баз данных, позволяющих найти ключевую информацию по проектированию и строительству зданий и сооружений высокого значения, например, исторических памятников. В настоящее время подобные проекты развиваются в ряде городов таких как: Таганрог, Ростов-на-Дону, Новочеркасск, Азов и др. В данной поисковой системе каждая статья об интересующем объекте разделена на текстовую и графическую составляющую, которые сопровождают и дополняют друг друга. Текстовая часть содержит данные об объекте культурного наследия, а вторая (графическая) – подробную трехмерную модель здания, чертежи и сопутствующие фотографии [1, 2, 3, 4]. Такая система делает возможным быстрое и адекватное решение целого ряда важных задач. Во-первых, она позволяет будущим поколениям, а также лицам, прямо ответственным за обслуживание и эксплуатацию здания получить возможность его реставрации в случае серьезного повреждения или разрушения; произвести расчёт основных характеристик объекта; более подробно и наглядно представить объект и его масштабы при возведении, а также дает возможность получить ясное представление об исторических объектах культуры своей страны.

Целью данной работы является создание средствами компьютерных технологий информационных моделей объектов на примере памятников национального архитектурного наследия, которые будут включать как графическую, так и текстовую информацию. Подобные информационные модели воспринимаются нами в качестве основных элементов для создания информационно-поисковой базы данных, позволяющей осуществлять хранение и поиск объектов строительства в различных административно - территориальных единицах нашей страны по различным характеристикам и признакам.

В качестве первого объекта для описания и моделирования была выбрана часовня Михаила Архангела у Раздерихинского оврага в г. Кирове. Текстовая часть представлена следующим образом: кирпичная часовня была возведена в 1875 году. Здание является ротондальной в плане постройкой с ризалитами, перекрытой шатровым куполом с крупными люкарнами и увенчанную главкой. В 1925 г. была почти разрушена, но в последующие годы восстановлена в первоначальных формах на прежнем месте в 1999 г. Изначально часовня возведена в память о битве вятчан с устюжанами, произошедшей в 1418 г.

К началу работы по построению полноценной 3D-модели имеющейся постройки были собраны следующие графические данные: фотографии часовни с разных ракурсов, сделанные лично при осмотре объекта на местности, а также взятые из сети Интернет (рис. 1). Недостающая часть геометрической информации была предоставлена архитектором Скопиным Е.Л., занимавшимся реставрацией часовни (эскизы плана и фасада с указанием габаритных размеров). Следующим шагом с помощью программы AutoCAD были составлены как чертежи плана (рис. 2) и фасада (рис. 3), так и подробная законченная модель часовни (рис. 4).

Для построения 3D-модели второго объекта данной работы, была взята часовня Марии Магдалины в г. Мариинский Посад, поскольку фасад данного здания составляет совокупность довольно сложных элементов, которые создают многообразие его архитектурного звучания. Данная часовня находится в Чувашской Республике, г. Мариинский Посад, ул. Нахимова. Конструирование информационной модели было начато прежде всего с проведения архивных и библиографических исследований, после чего был сделан выезд непосредственно к местонахождению постройки для того, чтобы получить дополнительные исторические справки, план здания, описание фасадов и установить геометрические размеры часовни, которые позволили перейти к формированию 3D-модели.

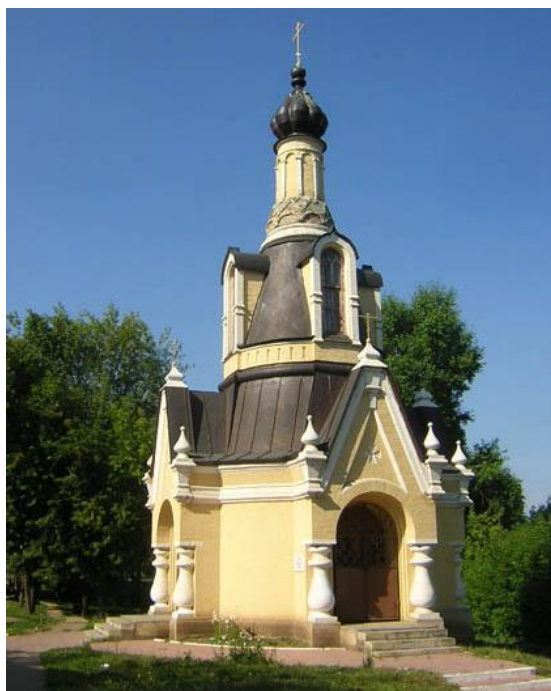


Рис. 1. Фото часовни г. Киров

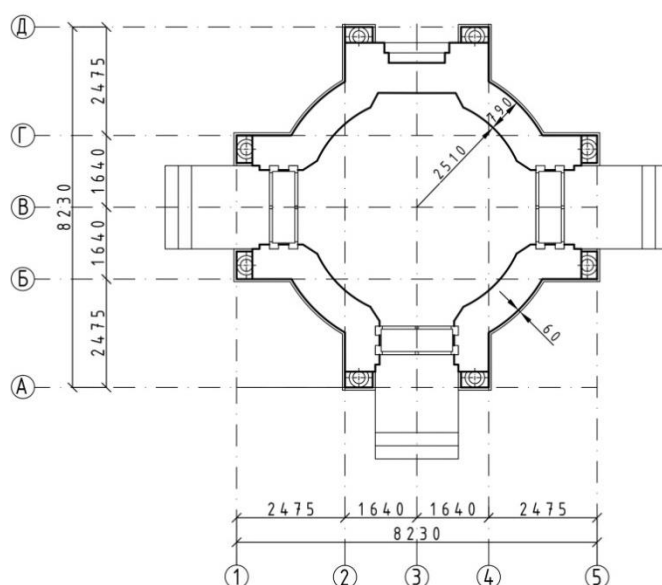


Рис. 2. План этажа

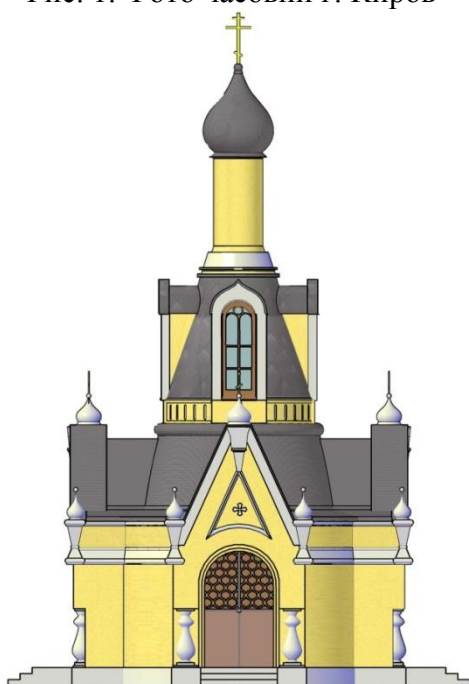


Рис. 3. Главный фасад часовни

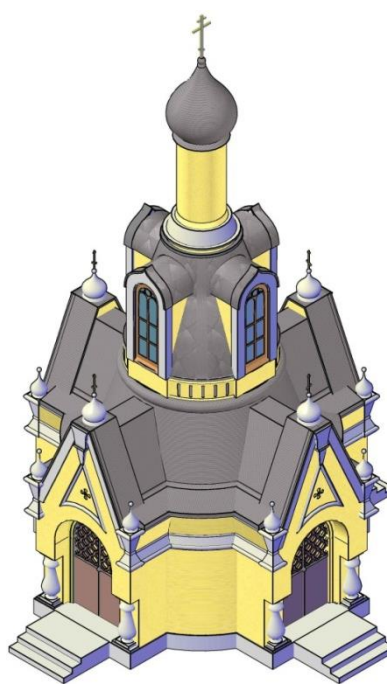


Рис. 4. 3D модель часовни

В результате поисков удалось найти следующие данные для текстовой части: часовня была построена в архитектурном стиле эклектика в 1850-е годы и перестроена в 1906 году. Имя архитектора не сохранилось. Построена из красного кирпича, пятиглавая: с одним главным куполом и четырьмя малыми куполами, расположенными по углам. Высота часовни достигает до 5,49 м, длина и ширина по 6,4 м. Высота купольной части составляет 2 м, а самого помещения – 3,49 м. Часовня была освящена в честь святой равноапостольной Марии Магдалины 4 августа 2012 года по благословению Митрополита Чебоксарского и Чувашского Варнавы.

В качестве составляющих графической части были найдены: фотографии (рис. 5), план этажа (рис. 6). Наиболее доступные методы конструирования архитектурных форм в программе AutoCAD, на финальном этапе работы позволили создать наглядную, детально проработанную трехмерную информационную модель здания (рис. 7, рис. 8), которая в будущем может представлять высокую практическую ценность для инженеров и архитекторов при выполнении работ по восстановлению и/или ремонту.



Рис. 5. Фото часовни Марии Магдалины

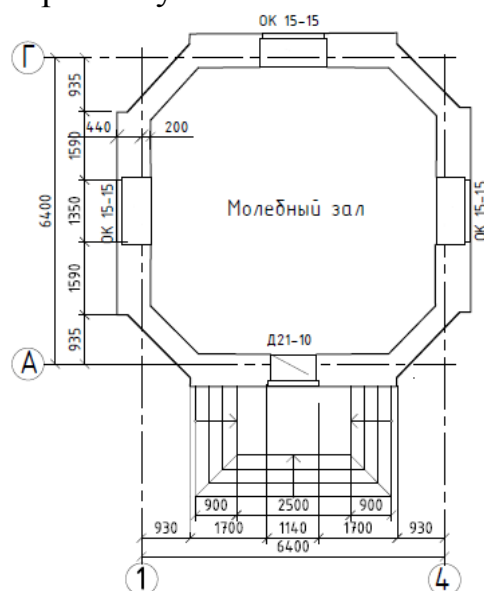


Рис. 6. План этажа



Рис. 7. Главный фасад часовни



Рис. 8. 3D-модель часовни

В результате проведенной исследовательской работы нами были успешно созданы основные элементы информационных моделей описанных часовен с помощью информационных технологий на основе полученных

геометрических данных. В перспективе планируется более мощная детализация трехмерных геометрических моделей, построение недостающих чертежей, создание дополнительных анимационных видеофайлов и т.д. Подводя итог хотелось бы еще раз подчеркнуть, что информационное моделирование является абсолютно новым и современным взглядом на осуществление проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта здания или сооружения. Помимо этого, данный метод позволяет создать систему, содержащую ценные сведения об объектах архитектуры, сохраняя при этом историю и культуру нашей Родины.

Список литературы

1. Иевлева, О. Т. Особенности сохранения сведений об объектах архитектурного наследия средствами информационных технологий [Текст] / О. Т. Иевлева, А. И. К // Приволжский научный журнал/ Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун.-т. – Н.Новгород, 2015. – № 3 (35). – С. 135-138.
2. Юматова, Э. Г. Формирование информационной среды обучения графическим информационным технологиям студентов специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» [Текст] / Э. Г. Юматова // Приволжский научный журнал/ Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун.-т. – Н.Новгород, 2015. – № 3 (35) – С. 257-253.
3. Юматова, Э.Г. Формирование творческих способностей будущих инженеров-строителей в инновационной среде обучения [Текст] / Э. Г. Юматова // Вестник Челябинского государственного педагогического университета / ФГОУ ВПО ЧГПУ. – Челябинск, 2015. – № 7 – С. 125-130.
4. Юматова, Э.Г. Интенсификация обучения геометро-графическим дисциплинам студентов строительных вузов средствами графических информационных технологий [Текст] / Э. Г. Юматова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева / ФГОУ ВПО ЧГПУ им. И. Я. Яковлева. – Чебоксары, 2015. – № 3 (87) – С. 181-187.

СЕКЦИЯ «ВОЕННОЕ ДЕЛО»

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВОЙСКОВЫХ ПЕРЕДВИЖНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Александров В.И.

доцент кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, канд. воен. наук,
доцент, Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,
Россия, г. Тюмень

Кошель А.А.

доцент кафедры электроснабжения и радиотелемеханики, доцент,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,
Россия, г. Тюмень

Юдин В.С.

преподаватель кафедры электроснабжения и радиотелемеханики,
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище,
Россия, г. Тюмень

В статье тенденции развития войсковых передвижных электростанций рассматривается направления совершенствования первичных двигателей и направления совершенствования синхронных генераторов. Автоматизация бензиновых двигателей.

Ключевые слова: электрическая энергия, передвижные и автономные источники энергии, двигатель.

Большое количество войсковых потребителей электрической энергии в силу специфичности выполняемых задач получают питание от передвижных и автономных источников. Причиной тому могут служить удаленность от промышленной сети электроснабжения и необходимость резервирования на случай выхода её из строя. К числу таких потребителей относится целый ряд объектов народного хозяйства, а для большинства военных объектов и комплексов вооружения передвижные источники электрической энергии (ПИЭЭ) являются основным средством электропитания.

Потребности вооруженных сил удовлетворяются за счет государственных энергосистем, электро-агрегаты с бензиновыми, дизельными и газотурбинными двигателями и ПЭС, созданных на их базе.

На совершенствование первичных двигателей сосредоточены основные усилия разработчиков, так как от них в первую очередь зависит надежность и экономичность работы ПЭС. Предусматривается несколько направлений совершенствования первичных двигателей.

1. Разработка двигателей с изменяемой степенью сжатия ($\varepsilon = 9...16$) в целях создания нового семейства многотопливных дизелей.

2. Создание новых систем турбонаддува дизелей, повышающих удельную мощность двигателей и сокращающих расход горючего.

3. Разработка электронных систем зажигания для бензиновых ЭА и ПЭС, реагирующих на изменение нагрузки.

4. Разработка электронных систем впрыска топлива для дизельных двигателей, которые способствуют сокращению расхода топлива за счет более точного управления процессом его сжигания в камерах сгорания.

В настоящее время отечественной промышленностью выпускаются в основном генераторы, разработанные 15...20 лет назад (ГАБ, ДГС, ЕСС, ГСФ). Конструкция этих генераторов устаревшая, а их массогабаритные показатели требуют значительного уменьшения.

К перспективным направлениям совершенствования синхронных генераторов относятся следующие:

- улучшение массогабаритных показателей, для чего предусмотрено широкое использование в ЭА и ПЭС маховичных генераторов, имеющих хорошие массогабаритные показатели. В соответствии с “Типажом источников электроэнергии” на дизельных ЭА и ПЭС мощностью от 8 до 100 кВт предусмотрено применение маховичных генераторов Г05, Г40, ГСМ 60, ГСМ 100. Для бензиновых ЭА мощностью 2, 4, 16 кВт разработан новый генератор серии ГА. Для снижения массы и габаритов намечается использование новых конструкционных материалов – электротехнической стали, изоляционных материалов и т. п.;

- создание бесщеточных генераторов. Такая конструкция позволяет лишить генератор самого ненадежного элемента, требующего постоянного обслуживания, – контактно-щеточного аппарата;

- разрабатывается генератор мощностью 100 кВт в бесщеточном маховичном исполнении на частоту вращения 1500 мин⁻¹;

- разработка генератора с переключением обмоток статора с 230 на 400 В. Их применение позволит значительно уменьшить номенклатуру выпускаемых генераторов;

- разработка генераторов для дизельных электроагрегатов с частотой вращения 3000 мин⁻¹.

В настоящее время в нашей стране уделяется внимание развитию и широкому использованию в народном хозяйстве нетрадиционных источников электроэнергии. Это так называемые возобновляемые источники солнечная и ветровая энергия, энергия морских и приливно-отливных течений, энергия морских волн, гидроэнергия малых рек, геотермальная энергия. Перспективными являются такие новые источники, как магнетогидродинамические, электрохимические, термоэлектрические, фотоэлектрические генераторы, термоэмиссионные преобразователи.

Нетрадиционные источники электроэнергии предлагается широко использовать и в военной энергетике. Особенно большое значение они будут иметь в отдаленных районах, для которых доставка эксплуатационных материалов весьма затруднительна. Кроме того, эти источники имеют некоторые существенные преимущества перед традиционными ЭА и ПЭС с двигателями внутреннего сгорания, благодаря которым их применение в ряде случаев является предпочтительным. Они не потребляют топлива на холостом ходу, развивая ЭДС. Это обеспечивает им постоянную готовность к работе.

Список литературы

1. Пинчук О.Н. и др. Организация эксплуатации электроустановок воинской части. Учебное пособие. – М.: ВИА, 2005.

МОБИЛЬНЫЙ АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В КРИЗИСНОЙ СИТУАЦИИ

Галактионов Н.С.

АО «НПП «РУБИН», Россия, г. Пенза

Галактионова Ю.О.

специалист УОСУ, ООО «СТМ-сервис», Россия, г. Пенза

Стенькин Н.Н.

Индивидуальный предприниматель, Россия, г. Пенза

В статье развиваются методологические основы построения информационно-управляющей системы специального назначения. Выявляются недостатки существующих систем связи и управления, формулируются требования к системе нового поколения. Показана структурная схема комплекса сетецентрического управления.

Ключевые слова: кризисная ситуация, сетецентрическое управление, поддержка принятия решений.

Кризисные ситуации носят внезапный характер и представляют серьёзную угрозу для граждан, объектов экономики, энергетики, инфраструктуры и жизнеобеспечения. Под кризисной ситуацией понимается широкий класс явлений, требующих вмешательства силовых структур для устранения негативных последствий, такие как террористические акты, мятежи, массовые беспорядки, природные стихийные бедствия. Ущерб от этих явлений является комплексным, поэтому высока сложность и трудоёмкость работ по предупреждению кризисной ситуации, управлению её развитием и ликвидации негативных последствий. Возникает необходимость в организации оперативного взаимодействия различных органов исполнительной власти. Кроме этого, для повышения качества управления необходимо увеличивать количество учитываемых условий и факторов. Обеспечение этих требований возможно на основе автоматизации процесса управления, принятия решений и комплексирования средств связи в специализированной информационно-управляющей системе (ИУС). ИУС реализует эффективные способы оперативного управления при подготовке и ведении операций с использованием самых современных специальных технических средств в любых условиях оперативной обстановки. В настоящее время основной тенденцией для построения систем такого класса является применение сетецентрического принципа, который обеспечивает автоматизированное решение управленческих задач в любой ситуации, когда источники получения информации, исполнительные элементы и средства управления могут быть разнесены в про-

странстве на тысячи километров, при этом управление осуществляется в реальном или близком к реальному масштабе времени.

В современных ИУС, имеющих распределённую сетевую организацию, как правило, реализуются следующие задачи [1]:

- обработка данных всеми доступными вычислительными ресурсами коммуникационно-вычислительного пространства;
- организация доступа к единому информационному пространству на основе должностных профилей и полномочий;
- обеспечение функций управления независимо от нахождения автоматизированного рабочего места в общей сети, а также обмена информацией вне зависимости от места нахождения абонентов;
- хранение общей информации системы на основе построения распределённого хранилища;
- поисково-аналитическая обработка информации;
- двухуровневое масштабирование средств автоматизации (по уровням управления и по возможностям адаптации к рабочим нагрузкам);
- информационная поддержка принятия решений в реальном времени циклов управления;
- реализация командно-сигнального тракта;
- координация функционирования, контроль работоспособности компонентов ИУС и визуализация процессов в системе;
- обеспечение защиты информации с возможностью осуществления единой политики безопасности ИУС;
- постоянная и единообразная ориентация процессов во времени и пространстве во всех компонентах сети.

На основе сетецентрической архитектуры информационно-коммуникационной сети происходит объединение информационных полей сетей источников данных, органов управления, а также исполнительных и обеспечивающих элементов, создаётся единая динамическая ИУС, основная функция которой состоит в решении управляющих задач в реальном (близком к реальному) масштабе времени с высокой степенью автоматизации процессов информатизации и управления (рисунок 1) [4].

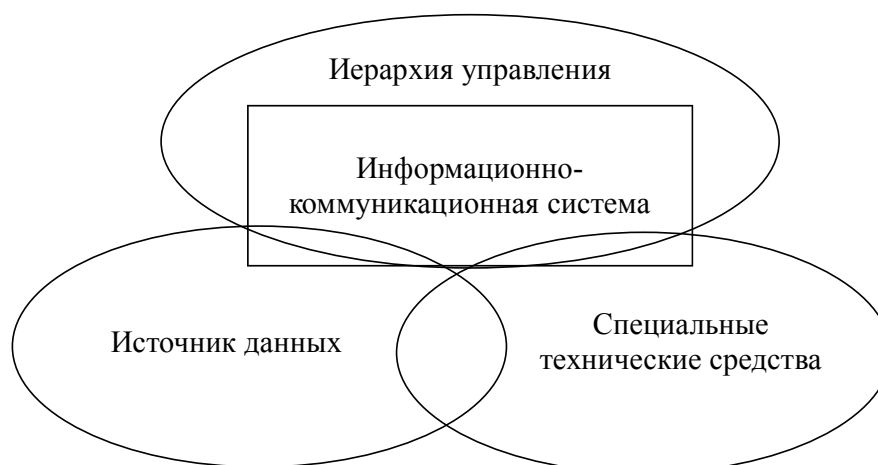


Рис. 1. Перекрывание сетевых структур

Сетецентрическая архитектура систем управления обеспечивает информационными ресурсами объекты автоматизации, средства и системы сбора данных и обеспечения в едином информационном пространстве. При этом распределённая интегрированная информационно-коммуникационная сеть обеспечивает пространственно распределённые исполнительные элементы необходимой информацией о ситуационной обстановке и своих силах в их зонах ответственности в реальном масштабе времени.

Важную роль в ИУС занимают средства моделирования [2, 3]. Компьютерное моделирование процессов принятия решений существенно повышает эффективность работы должностных лиц, готовность представителей органов управления и специалистов силовых служб в области принятия управленческих решений и организации аварийно-спасательных и других неотложных работ, а также информированность и готовность населения к действиям при угрозе и возникновении кризисной ситуации.

Особое место в ИУС занимают мобильные узлы связи, обеспечивающие предоставление услуг из мест необорудованных в отношении связи. В настоящее время продолжается эксплуатация полевых узлов семейства «Дон», предназначенных для обеспечения шифрованной телефонной связи с использованием коммутируемых аналоговых и низкоскоростных цифровых каналов (на модернизированных узлах).

Основной целью при разработке новых мобильных узлов специальной связи стало обеспечение возможности работы по цифровым и спутниковым каналам, сопряжение с цифровыми каналами и трактами цифровой транспортной сети связи.

Пункты управления силовых ведомств на месте проведения оперативных мероприятий не располагают собственными подвижными единицами способными обеспечить услуги специальной связи в интересах должностных лиц аппарата правительства – то есть позволяющих строить прямую связь с места событий до руководящих лиц государства. Даже при наличии технической средств, в составе узла они решают ведомственные задачи и не могут быть выделены конкретно для этих нужд. Основной тенденцией построения современных систем связи и управления является использование сетецентрического принципа.

Сетецентрическая информационно-управляющая система управления и ликвидации кризисной ситуации (рисунок 2) состоит из:

- оперативного подразделения готового в любое время прибыть для организации работы по координации действий структур, участвующих в устранении кризисной ситуации и передачи полученной информации в региональный и/или федеральный ситуационные центры;
- регионального ситуационного центра аккумулирующего входящую информацию и производящего координацию действий оперативных подразделений на основании выработанного решения;
- федерального ситуационного центра, координирующего действия региональных ситуационных центров и/или непосредственно оперативных подразделений участвующих в устранении конфликтных ситуаций.

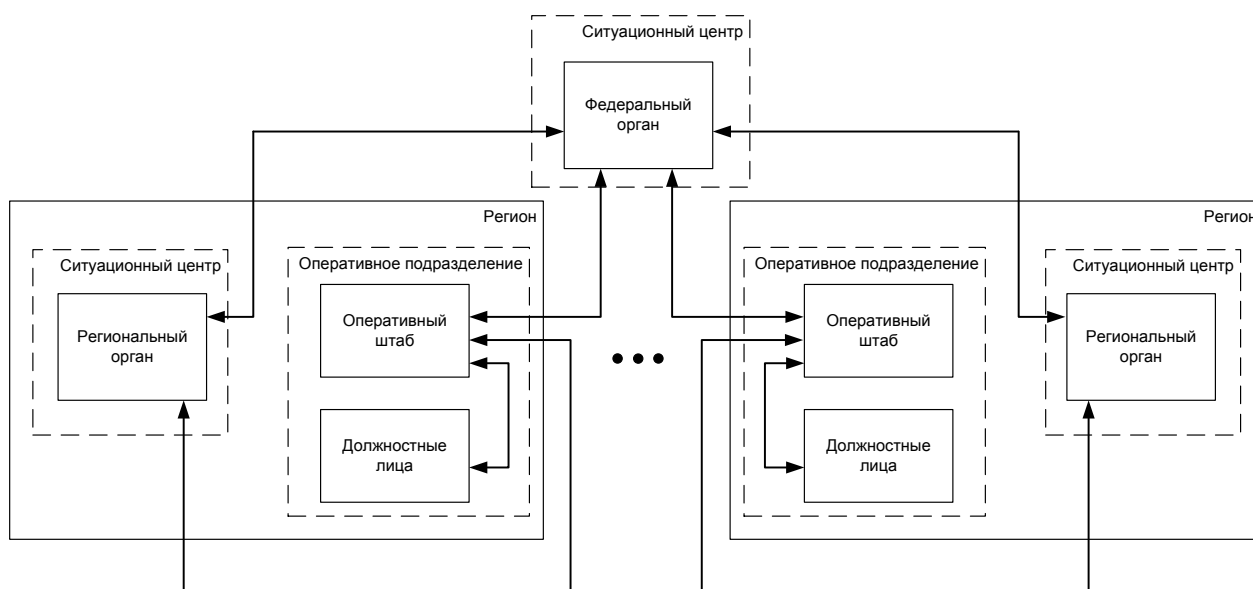


Рис. 2. Сетецентрическая информационно-управляющая система управления

Возможность обмена информацией (в том числе видеоинформацией) между оперативными подразделениями и вышестоящими органами управления, а также способность обмена данными между различными структурными элементами, не задействуя вышестоящие иерархические звенья, является непосредственным воплощением сетецентрической парадигмы. Это позволяет уменьшить время передачи данных и команд, а следовательно, повысить время реакции системы.

Своевременное получение информации (данных) гарантируется прежде всего исключительной гибкостью сети, а также возможностью её адаптации к новым источникам информации, автоматизированным распределением всех видов информации в зависимости от потребностей органов управления.

Оперативное подразделение включает в себя автономный мобильный пункт управления (МПУ), позволяющий накапливать, обрабатывать и передавать информацию, полученную от должностных лиц, принимающих участие в разрешении конфликтной ситуации. Укрупнённая структурно-функциональная схема МПУ приведена на рисунке 3.

В состав МПУ входят: автоматизированные рабочие места лица, принимающего решения (командира тактического формирования), начальника оперативного штаба, оператора, начальников служб с соответствующими интерфейсами, объединённые локальной вычислительной сетью; база данных, содержащая нормативно-справочную информацию, сведения о подчинённых силах и средствах, местности, результатах решения расчётных задач и др.; ретрансляционное, радиопередающее и спутниковое оборудование связи, обеспечивающее информационный обмен вне зависимости от места нахождения; специальный комплекс защиты передающей конфиденциальной информации; подсистема моделирования боевых действий в интересах обеспечения принятия рациональных решений.

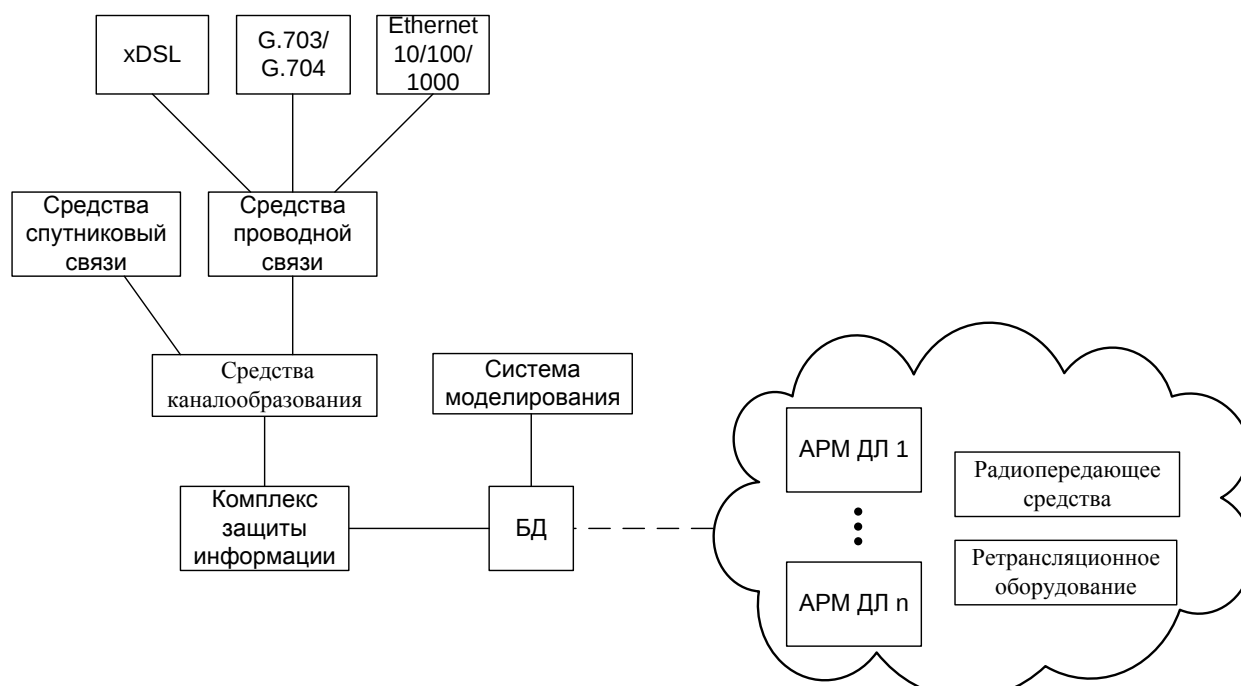


Рис. 3. Структурно-функциональная схема МПУ

При реализации сетевидной архитектуры все вычислительные средства пространственно распределённых МПУ могут объединяться в единую вычислительную сеть федерального уровня. С использованием МПУ на основе поступающей информации производится мониторинг текущей ситуационной обстановки, в ходе которого оценивается её состояние, соответствие плану проведения операции и выявляются критические отклонения от него.

Пользовательский интерфейс МПУ предназначен для организации ввода информации и вывода получаемых результатов в наглядной и легко интерпретируемой форме. Это достигается представлением результатов анализа оперативной обстановки не только в виде различного рода таблиц или диаграмм, но и путём визуализации обстановки и динамики её изменения в реальном масштабе времени на фоне электронных карт местности с использованием современных геоинформационных технологий. Визуализация данных об обстановке в наибольшей степени способна обеспечить командира ситуационную осведомлённость и позволяет, исходя из общего замысла проведения операции, правильно и полно решить все принципиальные вопросы их организации и ведения.

Список литературы

1. Александрович А.Е., Бородакий Ю.В., Чуканов В.О. Проектирование высоконадежных информационно-вычислительных систем. М.: Радио и связь, 2004.
2. Кузнецов В.Е., Алексеев А.А. К вопросу построения математической модели изменения оперативной обстановки // «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭЦТ, 2010, вып. 5. С. 30-37.
3. Стенькин Н.Н., Ползунов Н.В., Ниссенбаум Е.Э., Фролов А.С., Ковалёва В.С., Поверин С.А. Моделирование оперативной обстановки и движения объектов на пересечённой местности на основе адаптивных математических моделей // «Вопросы радиоэлектроники», сер. ЭВТ, 2009, вып. 4. С. 106-114.
4. Стенькин Н.Н., Урнев И.В. Декомпозиция и координируемость многоуровневых систем управления // Проблемы автоматизации и управления в технических системах – 2007. Сборник трудов конференции. Пенза. ИИЦ ПГУ, 2007. С. 42-44.

Подписано в печать 10.11.2016. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 17,20. Тираж 100 экз. Заказ № 268
ООО «ЭПИЦЕНТР»

308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1
ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а