

ISSN 2415-7996

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Центр фундаментального образования

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

Материалы
XIV международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам

Йошкар-Ола, 19-20 апреля 2019 года

Часть 3

Йошкар-Ола
ПГТУ
2019

УДК 378.147.88
ББК 74.58
Н 34

Редакционная коллегия

Д. В. Иванов, член-корреспондент РАН, д-р физ.-мат. наук; профессор;
С. Г. Кудрявцев, канд. техн. наук, доцент;
Э. В. Унженкина, специалист по учебно-методической работе ЦФО;
В. Е. Шебашев, канд. техн. наук, профессор

Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIV
Н 34 международной молодежной научной конференции по естествен-
нонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 19-20 ап-
реля 2019 г.): в 4 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола:
Поволжский государственный технологический университет,
2019. – Ч. 3. – 240 с.

Представлены результаты научно-исследовательских работ молодых ученых, аспирантов и студентов по секциям «Органический синтез и химическая технология», «Прикладная и экологическая химия», «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии», «Современные информационные технологии в системах управления», «Биология и рациональное природопользование», «Лесовосстановление и лесоразведение», «Лесоправление и лесоустройство», «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств».

УДК 378.147.88
ББК 74.58

Научное издание

НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ – ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ

*Материалы XIV Международной молодежной научной конференции
по естественнонаучным и техническим дисциплинам в 4 частях*
Часть 3

Компьютерная верстка Э. В. Унженкиной

Отв. за выпуск Э. В. Унженкина

Подписано в печать 14.08.19. Формат 60х84^{1/16}. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 13,95. Тираж 100 экз. Заказ № 3869.

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Вертола»

424030, Республики Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Льва Толстого, д. 45.

ISSN 2415-7996

© Поволжский государственный
технологический университет, 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Новые технологии и подходы к организации производства на основе широкого использования последних достижений науки и техники предъявляют сегодня высокие требования к уровню подготовки инженерно-технических кадров. Подготовка в вузах квалифицированных специалистов, способных быстро воспринимать и аккумулировать новые идеи, искать и создавать новейшие технологии, эффективно их внедрять в промышленное производство, может быть на практике реализована на основе совмещения инновационных технологий в образовании с интенсивной научно-исследовательской деятельностью обучающихся. Поэтому привлечение обучающихся к научно-исследовательской работе, которая требует повседневного напряженного труда, мобилизации интеллектуальных и нравственных сил, позволит сформировать у них определенный набор компетенций для дальнейшей практической деятельности.

Акцент при совместной работе преподавателя и студентов, необходимо переносить на самостоятельную творческую работу обучающихся, направленную на решение конкретных научных задач или доведение до практического применения научных или технологических достижений, что является основой для формирования у них нестандартного мышления, инновационной культуры, позволит минимизировать рассогласование между образовательной подготовкой и реальными требованиями современного производства.

XIV Международная молодежная конференция по естественно-научным и техническим дисциплинам, которая прошла 19-20 апреля 2019 года на базе Центра фундаментального образования Поволжского государственного технологического университета, и была направлена на привлечение талантливой молодежи к научным исследованиям, полноценному, гармоничному ее развитию и воспитанию, формированию у нее инновационной культуры, развитию творческих компетенций.

Представители молодого поколения из многих вузов, научно-исследовательских институтов Российской Федерации, стран ближнего и дальнего зарубежья приняли участие в ее работе. Присутствовали большие студенческие делегации из Брянска, Казани, Москвы, Чебоксар.

Работа конференции была организована в 21 секции, на которых было заслушано около 400 докладов. Названия секций соответствовали приоритетным направлениям деятельности научных школ ПГТУ. Работу секций курировали ведущие в соответствующих областях науки ученые

ПГТУ и других вузов России. По представлению руководителей секций лучшие доклады отмечены дипломами соответствующей степени.

Работа конференции позволила:

- оценить уровень подготовки молодых исследователей с позиций их общего образовательного уровня, технической грамотности, инженерного мышления;
- провести независимую, объективную экспертизу работ, выполненных представителями разных научных школ;
- выявить и отметить наиболее одаренных, креативных участников с целью их мотивации, стимулирования для дальнейшего творческого роста и подготовки резерва научно-педагогических и научных кадров;
- привлечь внимание представителей промышленности и бизнеса к научно-техническим разработкам молодежи.

При подведении итогов работы конференции было отмечено благоприятное отношение молодежи к научно-техническому творчеству, ее огромный интеллектуальный потенциал, который в дальнейшем целесообразно направить на решение новых научных и прикладных задач.

По результатам конференции выпускается сборник материалов в 4 частях. В данной части представлены секции: «Органический синтез и химическая технология», «Прикладная и экологическая химия», «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии», «Современные информационные технологии в системах управления», «Биология и рациональное природопользование», «Лесовосстановление и лесоразведение», «Лесопромышленное и лесостроительство», «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств».

Оргкомитет выражает искреннюю признательность участникам конференции, их научным руководителям за высокий уровень представленных докладов. Особая признательность руководителям секций за процедуру отбора и квалифицированную, доброжелательную оценку полученных материалов. Редакционная коллегия сборника благодарит всех, кто предоставил статьи для публикации и кто помогал готовить их к публикации.

Желаем всем творческих успехов и удачи в достижении поставленных перед собой целей.

Проведение XV конференции по традиционной тематике аналогично планируется на апрель 2020 года. До новых встреч.

Директор центра
фундаментального образования ПГТУ
С. Г. Кудрявцев

Секция «ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

УДК 691.175.664

Андрюхова И. Н.

Научный руководитель: Кузьмин М. В., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫХ БИОСОВМЕСТИМЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ОКСИПРОПИЛИРОВАННОГО ЭТИЛЕНДИАМИНА И ПОЛИОКСИПРОПИЛЕНГЛИКОЛЕЙ

Аннотация. Синтезированы полиуретановые клеевые составы на основе смеси простых полиэфиров и ароматического полиизоцианата. Исследовано влияние соотношения реагирующих групп компонента А (Л-6003, Л-1055, Л-294) и компонента Б (Полиизоцианат) на технологические и физико-механические свойства клеевых составов.

Ключевые слова: простой полиэфир, полиизоцианат, оксипропилированный этилендиамин лапрамол Л-294, полиоксипропиленгликоль, биосовместимый клей.

Развитие химии высокомолекулярных соединений и создание синтетических клеевых композиций позволило разработать принципиально новый хирургический метод – бесшовное соединение тканей. В современной хирургии все чаще используются синтетические клеи как надежный, а во многих случаях единственный способ обработки различных тканевых дефектов.

Важнейшей характеристикой клея при благоприятных биологических свойствах является адгезия, сущность которой заключается в сцеплении между приведенными в соприкосновение разнородными материалами.

Несмотря на многочисленные исследования, проведенные в этой области, выбор подходящего адгезива для определенного хирургического вмешательства носит в основном эмпирический характер. Важнейшей характеристикой клея при благоприятных биологических свойствах является адгезия, сущность которой заключается в сцеплении между приведенными в соприкосновение разнородными материалами [1].

В связи с этим разработка клеящих композиций для живых тканей представляет большую трудность, так как в данном случае необходимо учитывать их сложный состав, поверхностно-активные вещества, набор ионов, присутствие многокомпонентной жидкой фазы.

Синтетические клеи, применяемые в медицине, должны отвечать таким требованиям [2]:

1. прочно удерживать края тканевого дефекта в условиях влажной среды операционной раны;

2. не оказывать на организм общего, а на окружающие ткани местного токсического действия;

3. клеевая полимерная пленка не должна препятствовать (в оптимальном случае должна способствовать) формированию соединительнотканного рубца и регенерации тканей;

4. медицинский клей не должен оказывать на организм аллергического действия;

5. продукты биодеструкции клеевой полимерной пленки должны выводиться из организма обычным путем, не кумулируясь в органах и тканях.

Необходимо отметить, что клеи промышленного производства, как правило, содержат значительные количества низкомолекулярных примесей. Последние часто не вступают в реакцию полимеризации и, свободно диффундируя в окружающей ткани, оказываются токсичными для организма. Поэтому можно согласиться с мнением специалистов, считающих, что медицинские адгезивы, как и другие аллопластические материалы, не могут быть промышленными изделиями, а должны выпускаться специализированными предприятиями.

Для получения быстроотверждаемых клеевых составов мы использовали простые полиэфиры марок Л-6003 и Л-1055. В качестве катализаторов использовали оловоорганические соединения. В качестве изоцианатной составляющей использовали полиизоцианат, в качестве активной технологической добавки использовали лапрамол Л-294.

Клеевые составы получали следующим образом: полиэфиры, катализатор и лапрамол Л-294 смешивали при различном соотношении реагирующих групп до получения однородной массы, к полученной смеси добавляли полиизоцианат и выливали в заранее приготовленные формы, смазанные антиадгезивом.

В результате проведенных экспериментов нами разработан способ получения быстротверждаемого клея на основе полиуретана. В ходе исследований было установлено, что совместное использование лапрамола Л-294 и оловоорганических соединений позволяет ускорить процесс получения клеевых составов до 4-6 минут.

Полученные составы выдерживали в течение 14 дней при нормальных условиях и комнатной температуре. Для отвержденных составов изучены технологические и физико-механические свойства, которые представлены в таблице.

Составы и свойства полиуретановых композиций на основе смеси сложных полиэфиров Л-6003 И Л-1055

№	Компонент А соотношение ПЭ, %			Компонент Б (ПИЦ), мас.ч. на 100 мас.ч. комп. А	Соотно- шение НСО/ОН	Время от- верждения, мин.	Прочность при растя- жении σ , МПа
	Л- 6003	Л- 1055	Л- 294				
1	45	45	10	26	0,8:1	6	0,72
2	45	45	10	29	0,9:1	7	0,74
3	45	45	10	32	1:1	9	0,74
4	45	45	10	35	1,1:1	10	1,23
5	45	45	10	38	1,2:2	11	3,33

Из данных таблицы видно, что полиуретановые композиции получали при различном соотношении реагирующих групп. Содержание полиизоцианата варьировали от 0,8 до 1,2-х кратного избытка. С увеличением содержания полиизоцианата незначительно увеличивается время отверждения и прочность при равномерном растяжении.

Литература

1. Валецкий, П. М. Полимерные клеи на основе карборансодержащих соединений / П. М. Валецкий, А. П. Петрова // Клеи. Герметики. Технологии. – 2005. – №3. – С. 2–5.
2. Дженкинс, М. Дж. Полимеры в биологии и медицине / М. Дж. Дженкинс. – М.: Научный мир, 2011. – 247 с.

Дианов Н. П.

Научный руководитель: Бардасов И. Н., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ 3-ОКСО-2,3-ДИАРИЛПРОПАНАЛЯ С ДИМЕРОМ МАЛОНОНИТРИЛА

***Аннотация.** Изучено взаимодействие 3-оксо-2,3-диарилпропаналя с димером малононитрила.*

***Ключевые слова:** пиридины, димер малононитрила, донорно-акцепторные хромофоры.*

Донорно-акцепторные хромофоры (DAC) и материалы на их основе находят применение в фотовольтаике, молекулярной электронике, нелинейной оптике, фоторефрактивных устройствах, сенсорной технике и многих других областях. Потребность в доступных DAC с улучшенными свойствами в настоящее время высока, так как их использование в указанных областях часто ограничено из-за недостаточных эксплуатационных характеристик известных представителей. Среди DAC с наилучшими свойствами выделяются хромофоры с полициансодержащими фрагментами. В свою очередь среди полициансодержащих хромофоров передовые позиции занимают структуры с акцепторным бута-1,3-диен-1,1,3-трикарбонитрильным (BDTC) фрагментом. Однако, несмотря на проводимые в настоящее время интенсивные исследования DAC с BDTC-фрагментом, потенциал данного направления по-прежнему не раскрыт. Нашим коллективом были начаты исследования в области синтеза пиридинсодержащих DAC с акцепторным BDTC-фрагментом и различными заместителями в пиридиновом цикле [1].

С целью получения соединений с арильными заместителями в положении 5 и 6 было предложено использовать взаимодействие 3-оксо-2,3-диарилпропаналя **1** с димером малононитрила **2** (схема). Однако исследование строения полученного соединения методом ЯМР-спектроскопии показало, что основным продуктом реакции является 1,6-нафтиридина **3**. Целевые же пиридины **4** были выделены из филтраты реакционной массы.

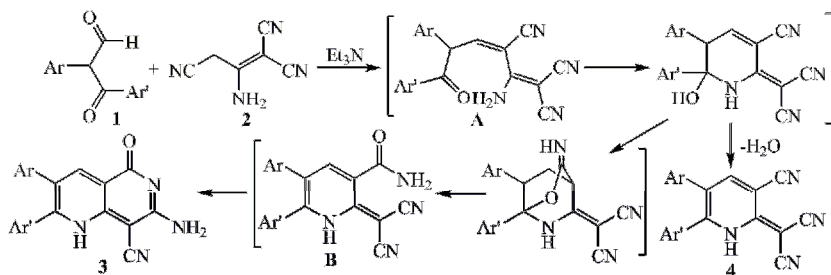


Схема. Взаимодействия 3-оксо-2,3-диарилпропанала
с димером малононитрила

По-видимому, после формирования аддукта **A** и формирования пиридинового кольца вместо элиминирования воды происходит присоединение гидроксильной группы к пространственно сближенной цианогруппе и дальнейшее образование амида **B**. Внутримолекулярная циклизация с участием амидной и цианогрупп завершает процесс формирования процесса **3**.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект № 17-13-01237).

Литература

1. Bardasov, I. N.; Alekseeva, A. U.; Chunikhin, S. S.; Tafeenko, V. A.; Ershov, O. V. Three-Component Synthesis and Optical Properties of Triarylpyridines Containing a Buta-1,3-Diene-1,1,3-Tricarbonitrile Fragment. *Tetrahedron Letters* 2017, 58 (41), 3919-3923.

УДК 547.821

Дмитриев В. С., Шишликова М. А.

Научный руководитель: Ершов О. В., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

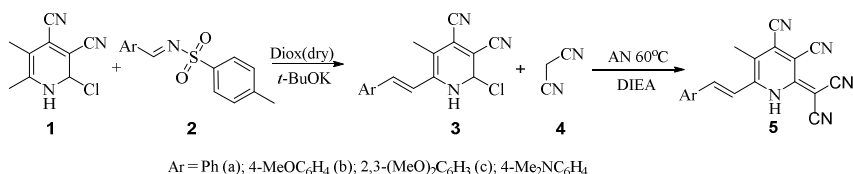
СИНТЕЗ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 6-СТИРИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПИРИДИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИЦИАНОБУТАДИЕНОВЫЙ ФРАГМЕНТ

Аннотация. Синтезировали 6-стирилзамещенные пиридины, содержащие трицианобутадиеновый фрагмент.

Ключевые слова: хромофоры, хлорпиридин, малононитрил.

Синтез новых хромофоров донорно-акцепторного типа, обладающих эмиссионными свойствами, является актуальной задачей современной органической химии. С целью расширения диапазона флуоресценции данных соединений, а также выявления характерных зависимостей между структурой хромофора и его свойствами, нами была поставлена цель – синтезировать, а также изучить фотофизические характеристики различных производных 6-стирилзамещённых пиридинов, содержащих трицианобутадиеновый фрагмент.

Для синтеза 6-стирилзамещённых хлорпиридинов мы использовали производные ароматических альдегидов с тетраэтилортосиликатом и толуол сульфонамидом. Веществу добавили хлорпиридин и получили требуемый продукт. Полученные 6-стирилзамещённые 5-метил 3,4-дикарбонитрил 2-хлорпиридины реагируют с малонитрилом в ацетонитриле в присутствии диизопропилэтиламина.



Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-13-01237).

УДК 542.913

Егорова Н. В.

Научные руководители: Ершов О. В., канд. хим. наук, доцент;

Алексеева А. Ю., канд. хим. наук, доцент

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

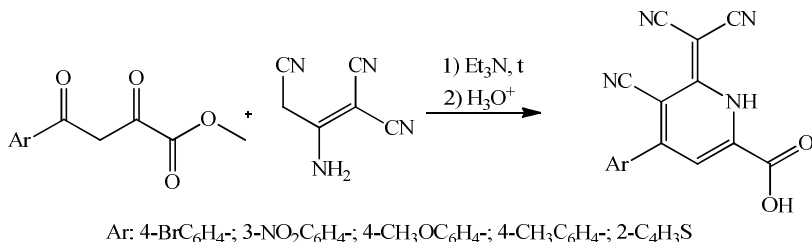
СИНТЕЗ ПИРИДИН-2-КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИЦИАНОБУТАДИЕНОВЫЙ ФРАГМЕНТ

Аннотация. Представлена реакция получения красителей пиридин-2-карбоновых кислот, содержащих трицианобутадиеновый фрагмент.

Ключевые слова: ячейка Гретцеля, димер малонитрила, метил 2,4-диоксобутаноат.

Красители солнечных элементов, например, ячейки Гретцеля, за последние десять лет привлекли к себе особое внимание. В первую оче-

редь, это связано с постоянно растущими мировыми потребностями в энергии. Такие красители должны обладать рядом важных характеристик: должны поглощать солнечные лучи в широком диапазоне, но при этом не разрушаться под их воздействием, хорошо адсорбироваться на диоксиде титана (TiO_2), обладать определенными энергетическими характеристиками, обуславливающими перенос электронов.



Взаимодействия 2,4-диоксобутаноатов с димером молонитрила

Соединения пиридинового ряда, содержащие трицианобутадиеновый фрагмент, потенциально могут выступать в качестве красителей в ячейке Гретцеля [1]. Однако было обнаружено, что они плохо адсорбируются на оксиде титана. Известно, что одним из способов усиления адсорбции является введение в структуру кислотной группы [2]. С этой целью нашим коллективом был разработан синтез пиридин-2-карбоновых кислот, содержащих трицианобутадиеновый фрагмент. Было предложено использовать взаимодействие метил 2,4-диоксобутаноатов **1** с димером малонитрила **2** (схема 1). Реакция включает в себя конденсацию димера малонитрила **2** по Кневенагелю и последующую гетероциклизацию с участием amino- и карбоновой группы. Кислотный гидролиз завершает процесс формирования **3**. Строение полученных соединений **3** были подтверждены данными ИК, ЯМР спектроскопии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 17-13-01237).

Литература

1. Higashino, T., and Imahori, H. (2015). Porphyrins as excellent dyes for dye-sensitized solar cells: recent developments and insights. *Dalton Transactions*, 44 (2), 448-463.
2. Mishra, A., Fischer, M.K., and Bauerle, P. (2009). Metal-Free Organic Dyes for Dye-Sensitized Solar Cells: From Structure: Property Relationships to Design Rules. *Angewandte Chemie International Edition*, 48 (14), 2474-2499.

Игнатъева А. П.

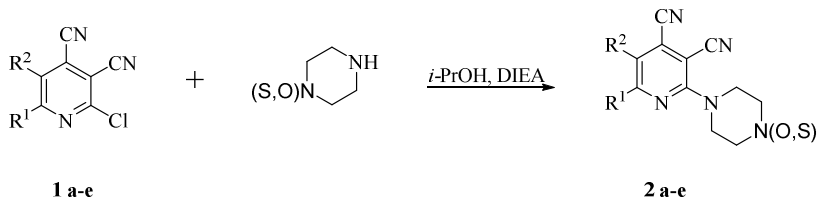
Научный руководитель: Ершов О. В., канд. хим. наук, доцент
 Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

СИНТЕЗ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ 2-АМИНО-3,4-ДИЦИАНОПИРИДИНА

Аннотация. Разработаны способы получения 5-метил-6фенил-2- (пиперазин-1-ил) ((морфолин), (тиоморфолин))пиридин-3,4-дикарбонитрилы. Исследованы флуоресцентные свойства.

Ключевые слова: 2-хлорпиридин-3,4-дикарбонитрил, амины, флуоресценция.

Сочетание в одной молекуле цианогруппы (акцепторный фрагмент) и аминогруппы (донорный фрагмент) является интересным направлением изучения свойств 2-галогенпиридин-3,4-дикарбонитрилов **1**.



$\text{R}^1=\text{R}^2=\text{CH}_3$ (a); $\text{R}^1+\text{R}^2=(\text{CH}_2)_4$ (b); $\text{R}^1+\text{R}^2=(\text{CH}_2)_5$ (c); $\text{R}^1=\text{H}$, $\text{R}^2=\text{Ph}$ (d);
 $\text{R}^1=\text{CH}_3$, $\text{R}^2=\text{Ph}$ (e);

Целью данной работы является разработка препаративных методов замещения хлора на амины различного строения и изучение их физико-химических свойств. Взаимодействие 5,6-диалкил(арил)-2-хлорпиридин-3,4-дикарбонитрилов **1** с избытком аминов протекает в изопропиловом спирте при нагревании до 80°C с диизопропилэтиламином в каталитических количествах.

В результате научной работы был усовершенствован способ их получения и исследованы флуоресцентные свойства.

Исследование выполнено в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России № 4.6283.2017/8.9.

Карсакова О. А.

Научный руководитель: Кузьмин М. В., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ КЛЕЕВ ДЛЯ ХИРУРГИИ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. *Изучено влияние различного содержания монометакрилового эфира этиленгликоля на свойства клеев холодного отверждения. В ходе исследований установлено, что с увеличением содержания монометакрилового эфира этиленгликоля улучшаются технологические и физико-механические свойства композитных клеев.*

Ключевые слова: *монометакриловый эфир этиленгликоля, полиметилметакрилат, диметил-пара-толуидин, клей холодного отверждения.*

В настоящее время прорывы в медицине достигают очень больших успехов: искусственный иммунитет, органы для трансплантации на 3D-принтере, лекарственные препараты против онкологии и др. Немаловажным являются и костные ткани человека. Для их склеивания разработаны клеи холодного отверждения (клеи, которые отверждаются без дополнительного нагревания). Они должны обладать высокой биологической совместимостью, нерастворимостью в кислой, щелочной и нейтральной средах, высокой прочностью, должны быть экологичны в применении и производстве.

При получении композиционного клея холодного отверждения на основе монометакрилового эфира этиленгликоля были применены сополимеры акрилатов и моноакрилатов с различными соединениями [1].

При современном уровне развития техники требуются материалы, обладающие высоким костеобразующим потенциалом, способные к быстрому восстановлению и замещению костной ткани. Создаваемые материалы должны выполнять функцию инертного каркаса, необходимого для прорастания сосудов и клеток из костного ложа и трансформировать недифференцированные мезенхимальные стволовые клетки в остеобласты, воздействуя на клетки-предшественники, которые стимулируют их пролиферацию и дифференцировку в остеогенные клетки. Данный композиционный клей предполагает воздействие на решение таких проблем, как восстановление поврежденных минерализованных тканей. В хирургии требуется фиксация костных фрагментов, возникающих при лечении целого ряда заболеваний, связанных с патологией костной системы [2].

Клеи на основе монометакрилового эфира этиленгликоля при открытых переломах сдвигают между отломками по ходу кортикального слоя и по наружной поверхности кости на месте перелома, после чего конечность фиксируют. При закрытых переломах необходимо вскрывать ткани в области перелома, что является недостатком для композиционного клея холодного отверждения.

В связи с этим актуальным является разработка новых композиционных клеевых составов на основе полимерной композиции, которая предназначена для использования в качестве композиционного клея. Основными составляющими являются жидкий мономер и порошкообразный полимер. В качестве исходных веществ для порошкообразного компонента были взяты полиметилметакрилат, перекись бензоила – в качестве иницирующей системы, триоксид алюминия – для повышения износостойкости и белизны, альгинат натрия – как загуститель, гелеобразователь. В качестве жидкого компонента взят метилметакрилат, диметил-пара-толуидин – в качестве ускорителя, монометакриловый эфир этиленгликоля – как активный модификатор. Полимерные клеевые составы получали смешением при определенном соотношении порошкообразного и жидкого компонентов, все это перемешивали до однородной массы. Далее полученную смесь выливали в заранее приготовленные формы и отверждали. Полимерные клеевые составы получали при стандартных условиях при различном соотношении исходных ингредиентов. Для полученных составов определяли технологические и физико-механические свойства.

Зависимость технологических и физико-механических свойств клеев от содержания монометакрилового эфира этиленгликоля и метилметакрилата

С мЭГ, %	С мМА, %	Время отверждения τ , мин	Прочность при равномерном сжатии σ , МПа
0	100	16	24,04
10	90	12	26,46
20	80	8	35,59
30	70	6	47,78

Из данных табл. 1 видно, что с увеличением содержания монометакрилового эфира этиленгликоля уменьшается время отверждения за счет увеличения реакционной способности и увеличивается прочность композитных клеев.

Литература

1. Дженкинс, М. Дж. Полимеры в биологии и медицине. – М.: Научный мир, 2011. – 247 с.
2. Полимерные нанокompозиты. Под ред. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю. – М.: Техносфера, 2011. – 688 с.

Корнаков С. С., Шишликова М. А.

Научный руководитель: Ершов О. В., канд. хим. наук, доцент
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

СИНТЕЗ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЗИЦИОННЫХ ИЗОМЕРОВ МОНОАРИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПИРИДИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИЦИАНОБУТАДИЕНОВЫЙ ФРАГМЕНТ

Аннотация. Показана схема синтеза позиционных изомеров моноарилзамещенных пиридинов, содержащих трицианобутадиеновый фрагмент.

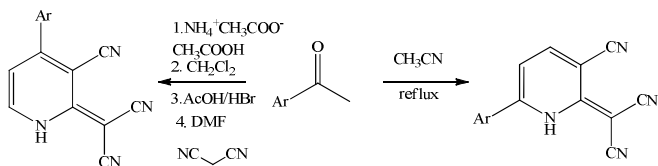
Ключевые слова: димер малононитрила, флуоресценция.

Трицианобутадиеновый фрагмент достаточно широко используется в синтезе различных гетероциклических соединений [1].

Исследуемая система на основе пиридина является полисопряженной и содержит электроноакцепторные группы, в связи с чем ее спектрально-люминесцентные свойства представляют научный интерес.

Целью работы является получение позиционных изомеров трицианопиридина, чтобы изучить влияние положения заместителя на оптические свойства, в частности светопоглощения и флуоресценции.

Для получения 4 и 6-замещенных соединений были проведены реакции:



В ходе работы были разработаны подходы к синтезу 4 и 6 моноарилзамещенных пиридинов, содержащих трицианобутадиеновый фрагмент.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-13-01237).

Литература

1. Bardasov, I. N., Ershov, O. V., Chem. Heterocycl. Compd. **2017**, 53(11), 1178–1180 [Химия гетероцикл. соединений **2017**, 53(11), 1178-1180].

Миловидова А. Г., Федосеев С. В., Липин К. В., Беликов М. Ю.
 Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

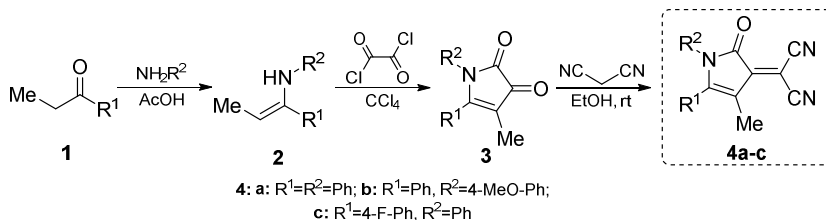
СИНТЕЗ N-АРИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-(2-ОКСО-1,2-ДИГИДРО-3Н-ПИРРОЛ-3-ИЛИДЕН)МАЛОНОНИТРИЛА

Аннотация. Путем трехстадийного синтеза получены N-арилзамещенные производные 2-(2-оксо-1,2-дигидро-3Н-пиррол-3-илиден)малононитрила, которые являются интенсивно окрашенными соединениями с максимумом поглощения в этаноле области 535 нм.

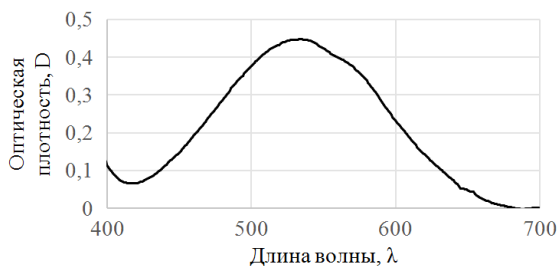
Ключевые слова: 3Н-пиррол-2-оны, малононитрильный фрагмент, енамины, пиррол-2,3-дионы.

Гетероциклические соединения пиррольного типа в настоящее время находят широкое применение в медицине, бытовой химии, в качестве красителей и т. д. К примеру, подобные структуры, содержащие в своем составе донорно-акцепторные фрагменты, являются объектами активного изучения в области фотовольтаики и интенсивно развивающейся индустрии солнечных батарей [1].

В данной работе описывается подход к синтезу новых интенсивно окрашенных производных пиррола, имеющих в структуре илиденмалононитрильный фрагмент. Исходными компонентами в синтезе целевых N-арил-2-(2-оксо-1,2-дигидро-3Н-пиррол-3-илиден)малононитрилов **4** являются кетоны **1** и соответствующие производные анилина, на основе которых на первой стадии синтезированы енамины **2**. Далее соединения **2** были введены в реакцию с оксалилхлоридом в среде сухого четыреххлористого углерода, в результате чего были получены пиррол-2,3-дионы строения **3**. Завершающей стадией данного синтеза производных пиррола **4** является взаимодействие соединений **3** с малононитрилом.



Синтезированные N-арил-2-(2-оксо-1,2-дигидро-3H-пиррол-3-илиден)малононитрилы **4** представляют собой интенсивно окрашенные соединения, цветность которых обусловлена наличием в структуре донорного и акцепторного заместителей в сочетании с сопряженной системой. К примеру, максимум поглощения одной из изучаемых структуры **4a**, имеющей в структуре 1,5-дифенильный фрагмент, находится в области 535 нм (рисунок). Полученные результаты указывают на актуальность данного исследования и вызывают научный интерес, так как очевидно, что путем незначительного изменения структуры соединений типа **4** станет возможным варьировать полосы поглощения и следовательно окраску соединений данного типа.



Спектр поглощения соединения **4a**. Концентрация вещества – 10^{-4} моль/л, растворитель – этанол

Структуры соединений **4a-c** подтверждены данными ^1H -, ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии. В частности, характерными сигналами для структур **4** в ИК-спектре являются сигналы циано-групп в области $2209\text{--}2218\text{ см}^{-1}$, сигналы карбонильной группы при $1722\text{--}1724\text{ см}^{-1}$. В масс-спектрах присутствуют пики молекулярных ионов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-20268 мол_a_вед.

Литература

1. Zhang, G. Synthesis of low bandgap polymer based on 3,6-dithien-2-yl-2,5-dialkylpyrrolo[3,4-c]pyrrole-1,4-dione for photovoltaic applications // Solar Energy Materials & Solar Cells. 2011, №95. p. 1168-1173.

Никифорова А. Л.

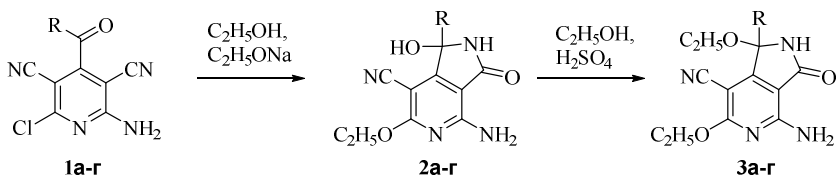
Научный руководитель: Каюков Я. С., канд. хим. наук, доцент
 Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ВВЕДЕНИЕ АЛКОКСИГРУППЫ В ПИРРОЛОПИРИДИНОВУЮ СИСТЕМУ

Аннотация. Взаимодействие этилата натрия с 2-амино-4-ацил-6-хлорпиридин-3,5-дикарбонитрилами в среде этанола приводит к нуклеофильному замещению атома хлора и образованию 4-амино-6-этокси-1-гирокси-3-оксо-1-ацил-2,3-дигидро-1Н-пирроло[3,4-с]пиридина. При более длительном нагревании происходит замещение гидроксигруппы.

Ключевые слова: пиридины, алкоксигруппа, пирроло[3,4-с]пиридины, анелирование.

Данная работа посвящена изучению гетероциклизации 2-амино-4-ацил-6-хлорпиридин-3,5-дикарбонитрилов **1**. При взаимодействии хлорпиридина **1** с этилатом натрия в среде этилового спирта образуются 4-амино-6-этокси-1-гирокси-3-оксо-1-ацил-2,3-дигидро-1Н-пирроло[3,4-с]пиридины **2**. При кипячении соединения **2** в кислой среде, происходит замещение гидроксильной группы на -OC₂H₅ заместитель.



R = Ph(a), 4-Me-C₆H₄(б), 4-MeO-C₆H₄(в), 4-Br-C₆H₄ (г)

Таким образом, нами осуществлён синтез пирроло[3,4-с]пиридинов с различным расположением этоксигрупп.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01204 мол_а.

Чунихин С. С.

Научный руководитель: Ершов О. В., канд. хим. наук, доцент
 Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

НОВЫЕ КООРДИНАЦИОННЫЕ ПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ ПИРИДИНА, СОДЕРЖАЩЕГО ТЕТРАЦИАНОБУТАДИЕНОВЫЙ ФРАГМЕНТ

Аннотация. Исследованы новые Zn-содержащие координационные полимеры на основе цианопиридина, содержащего трицианобутадиеновый фрагмент.

Ключевые слова: TCPy, координационные полимеры, флуоресценция.

В настоящее время координационные полимеры находят широкое применение в органической химии. Эти структуры служат основой к созданию материалов с настраиваемыми оптическими свойствами, а также имеют потенциал к разработке металлоорганических каркасных структур (MOF) на их основе. Поэтому изучение новых металлосодержащих координационных полимеров является актуальной задачей современной химии материалов.

Ранее нами был представлен способ синтеза новых хромофоров на основе 4-цианосодержащих трицианопиридинов (4-CN-TCPy) **2** [1], обладающих твёрдофазной флуоресценцией в области, близкой к инфракрасной. Синтез координационных полимеров проводили в ацетонитриле путём добавления к раствору 4-CN-TCPy **2** ацетата цинка (при синтезе **3a**) или смеси ацетата цинка с дипиридилем (при синтезе **3b**) (Схема 1).

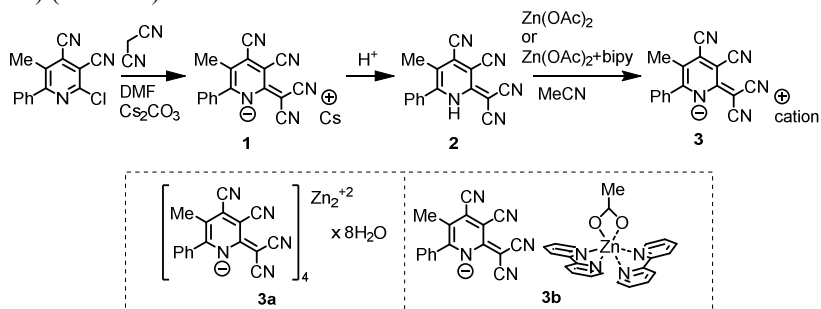
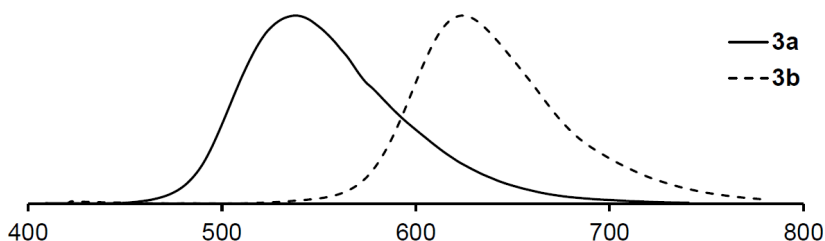


Схема 1. Синтез координационных полимеров **3a** и **3b**

Структура соединений **3a** и **3b** была доказана при помощи РСА. Было обнаружено, что элементарной единицей упаковки кристалла соединения **3a** является комплекс, состоящий из двух 6 координационных атомов цинка, окруженных четырьмя молекулами 4-CN-TCPy и восемью молекулами воды, шесть из которых выступают в качестве лигандов и ещё 2 во внешней координационной сфере. Было обнаружено, что молекулы 4-CN-TCPy в кристаллической упаковке соединения **3b** образуют анионную стенку и удерживаются между собой посредством π - π взаимодействия. Катионную стенку образуют комплексы, состоящие из цинка, с координационным числом равным шести, в качестве комплексобразователя, двух молекул дипиридила и ацетата, выполняющих роль лигандов.



Нормализованный спектр твёрдофазной флуоресценции **3a** и **3b**

Максимумы твёрдофазной флуоресценции для соединений **3a** и **3b** составляют 538 и 622 нм соответственно (рисунок). Исходя из обнаруженных результатов, батохромный сдвиг максимума флуоресценции **3b** по отношению к **3a** составляет 84 нм. Таким образом, вышеописанные структуры демонстрируют возможность настраивания флуоресценции координационных полимеров на основе 4-CN-TCPy.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-13-01237).

Литература

1. Novel chromophores of cyanopyridine series with strong solvatochromism and near-infrared solid-state fluorescence / Chunikhin, S. S.; Ershov, O. V.; Ievlev [и др.] // *Dyes and Pigments*. – 2018. – 156. P. 357-368.

Шишликова М. А.

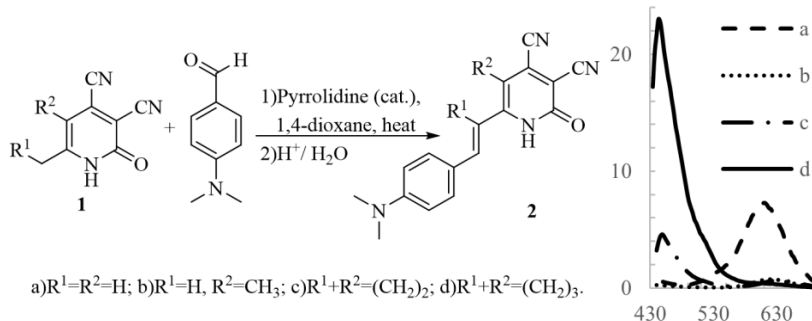
Научный руководитель: Ершов О. В., канд. хим. наук, доцент
 Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПАРА-ДИМЕТИЛАМИНОСТИРИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПИРИДОНОВ

Аннотация. Исследованы оптические свойства свойства 6-диметиламиностерилзамещенных-2-оксопиридин-3,4-дикарбонитрилов.

Ключевые слова: пиридоны, пара-диметиламинобензальдегид флуоресценция.

Современная органическая химия все чаще начинает изучать оптические свойства соединений различного строения. Актуальной задачей является поиск соединений обладающих широкой областью флуоресценции. Для реализации поставленной задачи нами было исследовано влияние радикалов в 5 и 6 положениях пиридин-2-она **1**. В качестве модельного альдегида был выбран п-диметиламинобензальдегид.



Было установлено, что в длинноволновой области находится максимум пиридона **2a**, у которого в 5 положении отсутствует заместитель, а соединения **2c,d**, образующие радикалами циклы, смещают максимум флуоресценции гипсохромно.

УДК 547.173+539.194

Багракова А. Ю., Селиваева А. Д., Винокуров А. И.
Поволжский государственный технологический университет

САНДВИЧЕВЫЕ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены представления об удивительном классе соединений металлов – органических сандвичевых комплексах. Родоначальником этого класса, является ферроцен. Рассказывается об истории открытия, строении, свойствах и применении ферроцена и других сэндвичевых комплексов переходных металлов.

Ключевые слова: металлоцены, сэндвичевые комплексы, ферроцен, π -лиганд, ароматичность, циклопентадиенильное кольцо.

Одними из наиболее интенсивно развивающихся направлений химических исследований являются поиск и изучение соединений с нестандартной молекулярной архитектурой и природой связывания. К соединениям такого типа относят металлоценовые (сэндвичевые) системы, интерес к которым обусловлен разнообразными возможностями их практического использования в металлокомплексном катализе, молекулярной электронике, фармакологии и других областях.

Развитие химии сэндвичевых комплексов, началось с открытия в 1951 г. Кили и Посоном ферроцена (π -C₅H₅)₂Fe, уникальность которого как химического соединения обусловлена необычностью связи металл – π -лиганд, особенностью его структуры и необычайно широким спектром химических превращений, в которые вступает это соединение и его многочисленные производные. Структура ферроцена была установлена в 1952 году Р. Вудвордом и Дж. Уилкинсоном на основании его реакционной способности, и независимо от них – Э. Фишером на основании рентгеноструктурных данных.

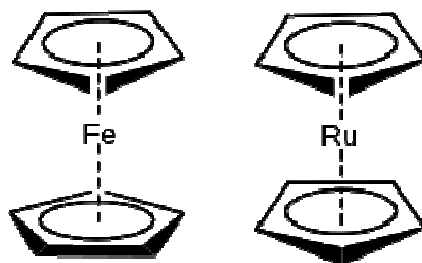
К настоящему времени разработаны методы синтеза π -комплексов, интенсивно развивается теоретическое изучение природы связи металл – π -лиганд, разрабатываются новые подходы к окислению связи в рамках метода молекулярных орбиталей, теории поля лигандов, модели электронного газа и др.

Все эти исследования π -комплексов переходных металлов вносят значительный вклад в решение общих вопросов теоретической ор-

ганической химии: развитие понятия ароматичности, стабилизация (фиксация) на переходных металлах термодинамически нестабильных структур (циклобутadiен, плоский циклооктатетраен и т. п.) и т. д.

С успехами химии π -комплексов переходных металлов неразрывно связано бурное развитие исследований в таких важных областях их практического применения, как гомогенный и гетерогенный катализ на этих комплексах, радиоэлектроника, использующая индивидуальные свойства этих соединений (спектральные, электрические, магнитные) и их способность к разнообразным превращениям под воздействием различных факторов, протекающие с образованием новых соединений и материалов и др. Многие из проведенных исследований реализованы в промышленности.

Молекулы металлоценов имеют вид «сэндвича»: ион металла со степенью окисления +2 находится между двумя параллельными циклопентадиенильными кольцами на равном от них расстоянии. В большей части металлоценов металл связан с лигандами ковалентной связью, но в манганоцене химическая связь образуется за счёт электростатического взаимодействия катиона Mn^{2+} и анионов C_5H_5 . В хромоцене и ванадоцене связь иона металла с лигандами также имеет частично ионный характер. Взаимное расположение циклопентадиенильных колец зависит от соединения: если в ферроцене эти кольца находятся в призматической или антипризматической конфигурации, то в рутоноцене и осмоцене – в призматической.



Для получения металлоценов используются реакции их солей или карболилов с циклопентадиенильными производными или другими соединениями, содержащими ароматические системы, способные к образованию π -комплексов. Химические превращения ферроцена и других сэндвичевых комплексов переходных металлов (СКПМ) необычайно богаты и разнообразны. Их можно разбить на три группы:

- реакции, затрагивающие только органическую часть молекулы;
- превращения с участием центрального атома металла;
- реакции, проходящие с разрушением металл-углеродных связей.

Разносторонние исследования химии ферроцена показали, что он является первым представителем металлсодержащей ароматической системы небензольного типа. Это проявляется, прежде всего, в том, что сам каркас ферроцена исключительно устойчив и не изменяется в процессе протекания большинства реакций. Многие ароматические свойства в случае ферроцена проявляются более отчетливо, чем для обычных ароматических систем. Ферроцен дал толчок к синтезу громадного числа родственных соединений. В настоящее время получены дициклопентадиенильные производные большинства металлов. Большой стабильностью, как правило, обладают соединения, у которых электронная оболочка такая же, как у инертного газа.

По устойчивости наиболее близок к ферроцену рутеноцен.

Циклопентадиенильные производные переходных металлов имеют такую же структуру и природу связи металла с лигандами, что и ферроцен. Лантаноиды образуют не сэндвичевую структуру, а конструкцию, напоминающую трехлучевую звезду.

Диапазон исследований прикладных свойств и направления промышленного использования ферроцена и других СКПМ обусловлены особенностями физических и химических свойств и богатством химических превращений. Регулирование процессов горения соединениями ферроцена основано на образовании каталитически активных частиц в результате разложения сэндвичевой системы ферроцена. Полимеры на основе ферроцена отличаются многими ценными характеристиками. Из них важнейшими являются возможность получить:

а) высокотермостабильные полимеры,

б) полимеры, обладающие интересными электро- и магнитофизическими характеристиками и полупроводниковыми свойствами. СКПМ используются в качестве катализаторов различных процессов, а также в синтезе новых металлокомплексных соединений. Сегодня сложные ферроценосодержащие соединения находят разнообразное применение в биохимических и гистологических исследованиях, предложены и прямые лекарства на основе ферроцена, например, ферроцерон (ferrocenonum). Из других областей применения укажем на получение светочувствительных материалов, красителей и пигментов, а также антистатиков, стабилизаторов мономеров и жидких кристаллов.

Березин Е. А.

Научный руководитель: Винокурова Р. И., д-р биол. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ТВЕРДЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ

Аннотация. Рассмотрены структура, свойства и применение фторуглеродных твердых полимерных электролитов (ТПЭ) на примере нафiona, наиболее известного из представителей катионообменных ТПЭ.

Ключевые слова: полимеры, функциональные группы, твердые полимерные электролиты, нафион.

Твердые полимерные электролиты (ТПЭ) – это вещества, имеющие полимерное строение. В состав полимеров входят функциональные группы, способные к диссоциации с образованием катионов или анионов, направленное движение которых внутри структуры полимера обуславливает его ионную проводимость. Разделяют анионообменные (анионные) и катионообменные (катионные) ТПЭ.

Из представителей катионообменных ТПЭ наиболее известен Нафион. Он представляет собой фторуглеродный полимер, содержащий функциональные сульфогруппы, способные к обмену с внешней средой электростатически связанными катионами. Ионная проводимость этого ТПЭ обусловлена движением катионов. Из представителей анионообменных наиболее известен поли(винилпиридин). Он состоит из углеводородных полимерных цепей, имеющих функциональные пиридиновые группы, способные электростатически или координационно связывать анионы. Электропроводность данного электролита обусловлена движением анионов.

Из-за уникальных качеств (устойчивость, высокая электропроводность, прочность) широкое распространение получили только фторуглеродные катионные ТПЭ. Поэтому в дальнейшем свойства и применение полимерных электролитов будем рассматривать на примере Нафiona.

Мембрана Нафион представляет собой тонкие прозрачные листы. Вследствие инертности своей фторуглеродной основы этот ТПЭ чрезвычайно устойчив к химическим воздействиям, механически прочен и термически устойчив. Исследования внутреннего строения ТПЭ показали, что Нафион имеет двухфазную структуру. Основа полимера (гидрофобная фаза) состоит из фторуглеродных и эфирных цепей, расположенных в пространстве таким образом, что функциональные сульфогруппы группируются внутри сферических полостей. Система

связанных узкими каналами полостей, содержащих гидратированные катионы, представляет собой вторую, гидрофильную фазу мембраны. Перенос заряда в ТПЭ осуществляется в простейшем случае за счет перехода катионов с одной сульфогруппы на другую. Было установлено, что небольшие по размеру катионы могут легко переходить из одной полости в другую, тогда как движение анионов через узкие каналы затруднено из-за отталкивания от одноименно заряженных функциональных групп. Это свойство определяет возможность использования ТПЕ как ион-селективных мембран, способных пропускать одни ионы и задерживать другие. У Нафiona чрезвычайно высокая ионная проводимость. Коэффициент диффузии ионов Na^+ в мембране Нафiona сравним с коэффициентом диффузии этих ионов в концентрированном водном растворе хлорида натрия. Рассматриваемые полимеры способны обменивать входящие в их состав катионы на катионы внешней среды. Методом ионного обмена в ТПЭ можно внедрять как простые, так и достаточно крупные комплексные катионы. При этом концентрация катионов в мембране может превышать предельно возможную концентрацию данных катионов в растворе в сотни раз. Причем внедренные комплексные катионы прочно удерживаются мембраной. Полимеры с эквивалентной массой 900-1000 г/экв могут медленно растворяться в этаноле или диметилформамиде. Это свойство дает возможность получать на поверхности электродов различных электрохимических систем тонкие пленки ТПЭ путем нанесения раствора и выпаривания растворителя при небольшом нагревании. Благодаря своим свойствам ТПЕ нашёл своё применение в промышленности.

Мембраны ТПЕ предотвращают смешивание продуктов анодной и катодной реакций при электролизе, что значительно повышает эффективность процесса. Повсеместно применяются в производстве хлора.

Катионные ТПЕ используются в кислород-водородных генераторах. Дистиллированная вода подается в анодное пространство электролизера и проникает через поры анода (пластина из пористого титана) к границе раздела электрода и ТПЭ. На этой границе происходит электроокисление воды с выделением кислорода:



Кислород удаляется через поры электрода, газонепроницаемость ТПЕ препятствует образованию взрывоопасной гремучей смеси. Полученные протоны движутся через мембрану к катоду, где восстанавливаются с выделением газообразного водорода.

Химическая модификация электродов ТПЕ – относительно новое направление в электрохимии. Одной из основных задач этого направления и является организация эффективного протекания электрохимических процессов с помощью катализаторов, находящихся в модифицирующем слое.

Воробьева Е. Г.

Научный руководитель: Тарасенко Е. В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА

Аннотация. *Рассматриваются показатели качества автомобильных бензинов.*

Ключевые слова: *автомобильные бензины, октановое число, детонационная стойкость, тетраэтилсвинец.*

Автомобильные бензины используются в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением. Назначение данного нефтепродукта наложило отпечаток и на особенности его классификации. На сегодняшний день выделяют автомобильные и авиационные бензины. Современные автомобильные бензины, как правило, представляют собой смеси компонентов, получаемых различными технологическими процессами. В бензинах, в зависимости от углеводородного состава сырья и технологии получения, может содержаться более 200 индивидуальных углеводородов различного строения, содержание которых, а также их взаимодействие между собой и определяет свойства бензина.

Стандартный набор требований к качеству автомобильных бензинов определен техническим регламентом «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» и включает различные показатели, актуальные с эксплуатационной и экологической точек зрения: октановое число, давление насыщенного пара, плотность, фракционный состав, индекс испаряемости, индукционный период, содержание фактических смол, серы, свинца, бензола, суммы ароматических углеводородов, оксигенатов.

Октановое число считается важнейшим показателем бензина, т. к. характеризует детонационную стойкость, т. е. принципиальную пригодность топлива для конкретного вида двигателя. Детонационная стойкость характеризует способность автомобильных бензинов противостоять самовоспламенению при сжати. Высокая детонационная стойкость топлив обеспечивает их нормальное сгорание на всех режимах эксплуатации двигателя. Самовоспламенение части рабочей

смеси перед фронтом пламени приводит к взрывному горению оставшейся части топлива, к так называемому детонационному сгоранию, в результате чего в цилиндре возникают ударные волны и скорость распространения пламени возрастает. Детонация вызывает перегрев, повышенный износ или даже местные разрушения двигателя и сопровождается резким характерным звуком.

На возникновение детонации оказывает влияние состав применяемого бензина и конструктивные особенности двигателя. Показателем детонационной стойкости автомобильных бензинов является октановое число, численно равное содержанию изооктана (2,2,4-триметилпентана, в %) в смеси с нормальным гептаном, эквивалентной по своей детонационной стойкости испытываемому топливу. При этом детонационная стойкость изооктана принята за 100 единиц, а *n*-гептана за 0.

В лабораторных условиях октановое число автомобильных бензинов и их компонентов определяют на одноцилиндровых моторных установках УИТ-85. Склонность исследуемого топлива к детонации оценивается сравнением его с эталонным топливом, детонационная стойкость которого известна.

Октановое число на установках определяется двумя методами: исследовательским и моторным. Исследовательское октановое число определяется на одноцилиндровой установке с переменной степенью сжатия, называемой УИТ-65 или УИТ-85, при частоте вращения коленчатого вала 600 об/мин, температуре всасываемого воздуха 52°C и угле опережения зажигания 13 град. Оно показывает, как ведёт себя бензин в режимах малых и средних нагрузок. Моторное октановое число определяется так же на одноцилиндровой установке, при частоте вращения коленчатого вала 900 об/мин, температуре всасываемой смеси 149°C и переменном угле опережения зажигания. Моторное октановое число имеет более низкие значения, чем исследовательское октановое число. Моторное октановое число характеризует поведение бензина на режимах больших нагрузок. Оказывает влияние на высокую скорость и детонацию при частичном дроссельном ускорении и работе двигателя под нагрузкой, движении в гору и т. д.

Для повышения детонационной стойкости, во-первых, в состав бензинов включают более стойкие углеводороды, которые не образуют перекисные соединения, и, во-вторых, вводят в состав бензина антидетонаторы, препятствующие образованию перекиси.

Среди антидетонационных присадок до 2000-х годов наиболее широко использовался тетраэтилсвинец (ТЭС) – $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ (в связи с

ужесточением норм по выбросам отработавших газов осуществляется отказ от данных присадок). Это бесцветная жидкость, тяжелее воды (плотностью 1,65), отличающаяся высокой токсичностью. ТЭС в воде не растворяется, но хорошо растворяется в бензине и других органических растворителях. Использование ТЭС в чистом виде невозможно, так как основной продукт его сгорания – окись свинца – отлагается в значительных количествах в двигателе. Поэтому к ТЭС добавляются вещества, образующие при сгорании соединения со свинцом и его окислами, которые не конденсируются и вместе с отработавшими газами выносятся из двигателя. Такие вещества получили название выносителей, а смесь ТЭС с выносителем и некоторыми другими добавками – этиловой жидкостью. Бензины с добавками этиловой жидкости называются этилированными, а ее добавление повышает октановое число на 8...12 единиц. Основным недостатком этилированных бензинов является их токсичность и в настоящее время для повышения октанового числа применяются другие антидетонационные присадки.

Самым перспективным антидетонатором в настоящее время считается метил-трет-бутиловый эфир (МТБЭ). В России его разрешено добавлять в автомобильные топлива в количестве до 15%. Ограничения вызваны особенностями эксплуатационных характеристик – относительно низкой теплотой сгорания и высокой агрессивностью по отношению к резинам. Согласно результатам дорожных испытаний, неэтилированные бензины, содержащие 7-8% МТБЭ, превосходят этилированные бензины при всех скоростях движения.

Исходя из вышесказанного, можно сделать заключение о том, что современный автомобильный бензин должен удовлетворять требованиям, обеспечивающим экологическую и надежную работу двигателя: Он должен иметь хорошую испаряемость, позволяющую получить однородную топливовоздушную смесь оптимального состава при любых температурах. Автомобильный бензин должен иметь фракционный состав, обеспечивающий устойчивый, бездетонационный процесс сгорания на всех режимах работы двигателя, не изменять своего состава и свойств при длительном хранении и не оказывать вредного воздействия на детали топливной системы, резервуары, резинотехнические изделия, иметь хорошие антидетонационные характеристики.

Галкина А. С.

Научные руководители: Егоров Е. Н., канд. хим. наук, доцент;

Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ВОДО- И НЕФТЕНАБУХАЮЩИХ РЕЗИН

Аннотация. *Исследовано влияние хитозанов и сэвиленов на физико-механические свойства и набухание резин на основе комбинации изопренового и бутадиен-метилстирольного каучуков и комбинации изопренового и бутадиен-нитрильного каучуков.*

Ключевые слова: *резина, хитозаны, сэвилены, каучуки, водо- и нефтенабухающие резины.*

Развитие нефтегазодобывающей промышленности сопровождается ростом требований к резиновым уплотнительным элементам, которые, увеличиваясь в объёме, закупоривают и обеспечивают герметизацию пространства между скважиной и грунтом. Основным методом повышения физико-механических и эксплуатационных свойств резин для этих уплотнительных элементов является их модификация путем использования новых ингредиентов [1]. Среди таких ингредиентов следует выделить технологические добавки, к которым относятся хитозаны и сополимеры этилена и винилацетата (сэвилены) [2]. В связи с этим нами изучено их влияния на свойства водо- и нефтенабухающих резин.

Резиновые смеси готовились на лабораторных вальцах ЛБ 320 150/150. Хитозаны вводили в резиновую смесь на основе каучуков СКИ-3 и СКМС-30АРК. В табл. 1 приведены варианты резиновой смеси, деформационно-прочностные свойства и степень объемного набухания (α) вулканизатов в соленой воде и смеси соленой воды и нефти. Как видно из табл. 1, при добавлении хитозанов условная прочность при растяжении (f_p), относительное удлинение при разрыве (ϵ_p) и эластичность по отскоку (S) уменьшаются, а сопротивление по раздиру (B) увеличивается. Лучшей в качестве гидросорбционной добавки для увеличения водонабухания резины является пищевой хитозан 2.

Таблица 1. Варианты резиновой смеси и свойства вулканизатов на основе каучуков СКИ-3 и СКМС-30АРК

Добавки, показатели	Варианты (мас. ч. на 100 мас. ч. каучуков)			
	1	2	3	4
Хитозан 1	-	10	-	-
Хитозан 2	-	-	10	-
Сукцинат хитозана	-	-	-	10
Деформационно-прочностные свойства вулканизатов				
f_p , Мпа	6,7	5,2	4,4	5,1
ϵ_p , %	600	510	480	500
H , ед. Шор А	67	64	62	65
S , %	46	44	43	43
B , кН/м	18	18	23	19
Степень набухания в соленой воде при 70°C				
α (24 час.), %	+2,0	+2,5	+3,3	3,0
α (72 час.), %	+5,3	+5,0	+6,6	+5,5
α (240 час.), %	+6,4	+7,5	+8,2	+10,0
Степень набухания в смеси соленой воды и нефти при 70°C				
α (24 час.), %	+22,3	+22,2	+22,3	+24,7
α (72 час.), %	+38,6	+42,0	+29,0	+26,4
α (240 час.), %	+85,2	+86,0	+47,5	+57,0

Сополимеры этилена и винилацетата вводили в резиновую смесь на основе каучуков БНКС-28АМН и СКИ-3. В табл. 2 приведены варианты резиновой смеси и деформационно-прочностные свойства вулканизатов, их степень объемного набухания в нефти и изменения деформационно-прочностных свойств вулканизатов после выдержки в нефти при 70°C в течение 24 час.

Из полученных данных следует, что при добавлении сэвиленов относительное удлинение при разрыве, твердость и эластичность по отскоку увеличиваются. После выдержки в нефти наименьшими изменениями условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и наибольшей степенью набухания обладают вулканизаты, содержащие сэвилен марки SEETEC VA 900.

Таблица 2. Варианты резиновой смеси и свойства вулканизатов на основе каучуков БНКС-28АМН и СКИ-3

Добавки	Варианты (мас. ч. на 100 мас. ч. каучука)						
	1	2	3	4	5	6	7
SEETEC VA 900	-	5,00	10,00	15,00	-	-	-
Сэвилен 11808-340	-	-	-	-	5,00	10,00	15,00

Окончание таблицы

Деформационно-прочностные свойства вулканизатов							
f_p , МПа	9,8	9,5	14,2	7,1	8,1	7,6	7,4
ϵ_p , %	460	500	540	480	480	490	480
H, ед. Шор А	56	57	59	56	56	58	58
S, %	38	40	39	40	39	38	39
B, кН/м	29	26	26	28	36	29	34
Степень набухания резины в нефти при 70°C							
α (24 час.), %	109,2	113,3	123,4	130,1	123,0	126,5	129,4
α (72 час.), %	127,0	136,6	147,3	158,4	145,3	147,8	152,3
α (120 час.), %	138,1	142,7	149,4	159,7	148,7	150,3	153,8
α (240 час.), %	236,0	236,0	246,1	254,3	240,8	243,8	252,0
Изменение деформационно-прочностных свойств вулканизатов после выдержки в нефти при 70°C в течение 24 час.							
$\Delta f_p / f_p$, %	-68,3	-68,4	-86,6	-98,0	-77,3	-74,0	-70,0
$\Delta \epsilon_p / \epsilon_p$, %	-35,0	-36,0	-33,3	-43,7	-31,2	-51,0	-29,1
ΔH , ед. Шор А	-19	-22	-22	-21	-24	-27	-24

Исследование выполнено в рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства на АО «ЧПО им. В. И. Чапаева» при финансовой поддержке Минобрнауки России, договор №03.G25.31.0227.

Литература

1. Влияние технологических добавок на свойства резины на основе бутадиен-нитрильного каучука / И. С. Спиридонов, Н. Ф. Ушмарин, Е. Н. Егоров и др. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2017. – Т. 60. Вып. 10. – С. 53-57.
2. Влияние сополимеров этилена с винилацетатом на свойства резины на основе бутадиен-нитрильного каучука / И. С. Спиридонов, М. С. Илларионова, Н. Ф. Ушмарин и др. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2018. – Т. 61. Вып. 8. – С. 51-57.

УДК 532.783

Дерягина М. С., Курзенева В. А., Денисова О. Н.

Научный руководитель: Денисова О. Н., канд. хим. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ

Аннотация. Рассмотрена история открытия, строение, типы и области применения жидких кристаллов.

Ключевые слова: жидкие кристаллы, изотропия, анизотропия.

Большая часть веществ при низкой температуре переходит в кристаллическую фазу. В ней атомы и молекулы образуют трехмерную упорядоченную решетку. При нагревании до определенной температуры в простейшем случае кристалл превращается в жидкость, которая не упорядочена. Это так называемая изотропная жидкость. В 1888 г. Ф. Рейнитцер (Австрия), исследуя производные холестерина, обнаружил, что соединение холестерилбензоат (рис. 1) имеет две точки плавления: до 145° это обычный кристаллический порошок, в интервале температур 145° - 179° образуется мутная жидкость, обладающая анизотропными свойствами, а выше 179° существует обычная прозрачная жидкость.

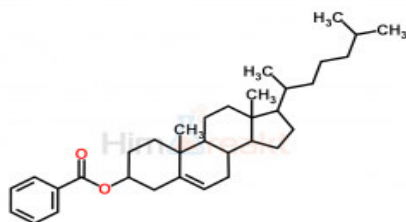


Рис. 1. Холестерилбензоат

Изучение особых свойств холестерилбензоата продолжил Отто фон Леман (Германия), он и ввёл термин «жидкие кристаллы» (ЖК). Несмотря на то, что Леман предоставил ряд научных доказательств в пользу существования жидких кристаллов, долгое время они не признавались как отдельное состояние вещества и были неким научный курьезом, который ни к чему не применим. Советский физик В. Фредерикс исследовал ориентацию жидких кристаллов в магнитном и электрическом полях и обнаружил «эффект Фредерикса» – способность жидких кристаллов изменять направление оптической оси под действием внешнего поля. Теперь на этом эффекте работают все жидкокристаллические дисплеи. В 1963 г. Д. Фергюсон (США) нашел применение одному из свойств ЖК – изменению цвета в зависимости от температуры. Он получил патент на изобретение, которое способно обнаруживать невидимые для глаз тепловые поля. В 1968 г. в США получен патент на жидкокристаллический индикатор, используемый в цифровых циферблатах и калькуляторах.

Жидкие кристаллы делят на две группы:

1. *Термотропные* – образуются при разогреве твердого вещества. Способны существовать в условиях определенной температуры и давления. В зависимости от расположения молекул, в группе термотропных ЖК выделяют три типа (рис. 2):

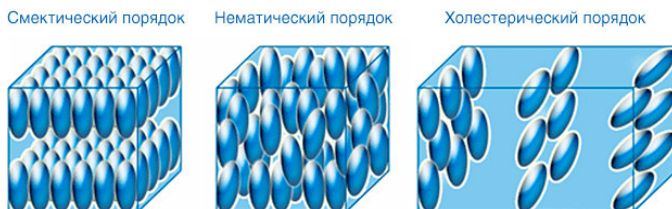


Рис. 2. Типы термотропных жидких кристаллов

- Смектические – имеют слоистую структуру, слои способны перемещаться друг относительно друга, плотность слоя с приближением к поверхности может меняться. Обладают относительно высокой вязкостью. Это наиболее обширный класс ЖК.

- Нематические – не обладают слоистой структурой, а их вытянутые молекулы непрерывно скользят вдоль своих длинных осей, при этом вращаясь вокруг них. Такие ЖК подобны жидкостям.

- Холестерические – образуются в соединениях различных стероидов, например, холестерина. Молекулы располагаются во взаимно параллельных плоскостях, при этом оси молекул при переходе от одной плоскости к другой постепенно меняют направление ориентации и образуют спирали. Молекулы таких ЖК сверхчувствительны к любому изменению температуры и в зависимости от нее меняют свою ориентацию, а значит и саму спираль. В зависимости от шага спирали меняют свой цвет. Поэтому холестерические ЖК нашли широкое применение в различных сферах человеческой деятельности [2].

2. *Лиотропные* – образуются в смесях, состоящих из молекул вещества и растворителя. При достижении нужной концентрации молекул формируется определенный порядок в расположении молекул вещества в среде растворителя. В отличие от термотропных ЖК, где формирование определенного типа определяется лишь температурой, в лиотропных системах тип структурной организации определяется концентрацией вещества и температурой. Лиотропные жидкие кристаллы наиболее часто образуются биологическими системами, функционирующими в водных средах. Например, клеточные мембраны представляют собой лиотропные ЖК-структуры, составленные из

двойного слоя фосфолипидов, в котором растворены белки, полисахариды, холестерин и другие жизненно важные компоненты. В силу своих диэлектрических свойств жидкие кристаллы регулируют взаимоотношения внутри клетки, между клетками и тканями, а также между клеткой и окружающей средой. Анизотропное строение мембраны, с одной стороны, позволяет защищать ее внутреннюю часть от нежелательных внешних воздействий, а с другой стороны, обеспечивает высокие транспортные свойства (проницаемость, перенос ионов и др.). Поэтому изучение природы и поведения жидких кристаллов может внести вклад в молекулярную биологию [3].

В наши дни жидкие кристаллы находят широкое применение:

1. жидкокристаллические дисплеи – наиболее известное применение ЖК. Они присутствуют практически в любом электронном устройстве.

2. термография – более важное применение ЖК. Позволяет получить тепловое изображение объекта, в результате регистрации инфракрасного (ИК) излучения. ИК приборы ночного зрения используются пожарными, службами безопасности и в военных целях. Термография используется для обнаружения мест перегрева, нарушения теплоизоляции, других аварийных участков на линиях электропередач или в строительстве, в медицине для визуализации различных онкологических заболеваний.

3. электронные индикаторы, создаваемые с использованием ЖК, могут проинформировать о сбоях в электронике. ЖК в виде пленки наносят на печатные платы, интегральные схемы и транзисторы. Неисправные сегменты электроники легко отличить при наличии такого индикатора.

4. индикаторы из ЖК используют для обнаружения паров вредных химических соединений, для обнаружения УФ и гамма-излучения, для производства детекторов ультразвука и измерителей давления.

Литература

1. Шибаев, В. П. Жидкокристаллические полимеры / В. П. Шибаев // Современное естествознание: Энциклопедия. Т. 6. – М.: Издательский Дом МАГИСТР-ПРЕСС, 2000. – С. 152-159.
2. Шибаев, В. П. Жидкие кристаллы: холестерики / В. П. Шибаев // Химия и жизнь. – 2008. – №7. – С. 26-31.
3. Волохина, А. В. Жидкокристаллические полимеры / А. В. Волохина, Ю. К. Годовский; под ред. Н. А. Платэ. – М.: Химия, 1988. – 416 с.

Ефимов К. В.

Научные руководители: Ушмарин Н. Ф., канд. техн. наук;

Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВОДОНАБУХАЮЩЕЙ РЕЗИНЫ НА ОСНОВЕ КОМБИНАЦИЙ КАУЧУКОВ

***Аннотация.** Исследованы свойства водонабухающей резины на основе комбинаций изопренового, бутадиен-нитрильного и бутадиен-метилстирольного каучуков с использованием различных гидросорбционных добавок. Показано, что резина на основе комбинации каучуков изопренового СКИ-3 и бутадиен-метилстирольного СКМС-30 АРК, содержащая добавки полиакриламида АК 639, ϵ -капролактама и гидрогеля, характеризуется удовлетворительными физико-механическими свойствами.*

***Ключевые слова:** каучуки, гидросорбционные добавки, резина, физико-механические свойства, набухание, уплотнительные элементы.*

В настоящее время в нефтегазодобывающей промышленности активно применяются уплотнительные элементы из набухающих резин для разобщения пластов и изоляции межпластовых перетоков [1]. В состав водонабухающих резин вводят специальные гидрофильные добавки (олигомерные смолы, производные крахмала, полиакрилаты, полиакрилвинилацетаты, полиэтиленоксиды и др.). Однако большинство гидрофильных добавок при эксплуатации уплотнительных элементов вымываются. Вследствие этого уплотнительные элементы разрушаются и нарушается герметичность пакерного оборудования. Основная роль в набухающих уплотнительных элементах принадлежит резине, свойства которой зависят от природы каучука и содержащихся в ней специальных ингредиентов [2, 3]. В связи с этим представляет интерес изучение свойства водонабухающей резины на основе комбинации каучуков с использованием различных гидросорбционных добавок.

Нами изучалась резиновая смесь на основе комбинации изопренового СКИ-3, бутадиен-нитрильного БНКС-28АМН и бутадиен-метилстирольного СКМС-30АРК каучуков. Для улучшения гидросорбционных свойств в резиновую смесь вводились добавки полиакриламида АК 639, ϵ -капролактама и гидрогеля. Добавки вводились в резиновую смесь при её изготовлении на лабораторных вальцах ЛБ 320 150/150. Далее резиновую смесь вулканизовали в двухэтажном

гидравлическом электрообогреваемом вулканизационном прессе ВП-400-2Э при 150°C, давлении 14,7 МПа в течение 30 минут.

Первые три варианта резиновой смеси изготавливались на основе комбинации изопренового СКИ-3 и бутадиен-нитрильного БНКС-28АМН каучуков. В остальных вариантах резиновой смеси проводилась замена каучука БНКС-28АМН на бутадиен-метилстирольный каучук СКМС-30АРК. Базовый вариант резиновой смеси не содержал исследуемых добавок. Во второй и третий варианты резиновой смеси вводились 50,0 и 60,0 мас. ч. полиакриламида

АК 639 на 100,00 мас. ч. каучуков. Четвертый и пятый варианты аналогичны второму и третьему, но в их состав дополнительно вводились 20,0 и 10,0 мас. ч. ε-капролактама на 100 мас. ч. каучуков. Шестой вариант содержал 60,0 мас. ч. полиакриламида АК 639 и 12,0 мас. ч. гидрогеля. Всего были изучены шесть вариантов резиновой смеси. На их основе готовились вулканизаты, для которых исследовались физико-механические свойства и степень объемного набухания в дистиллированной и пластовой воде при 70°C. Результаты исследований приведены в таблице.

Физико-механические свойства и степень набухания вулканизатов
в дистиллированной и пластовой воде

Показатели	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
f_p , МПа	20,3	19,6	19,5	22,7	23,0	21,4
ϵ_p , %	470	480	485	330	360	340
B , кН/м	27,0	36,4	29,3	36,2	31,3	38,2
E , %	44	45	42	44	40	37
H , ед. Шор А	72	76	75	82	79	88
Степень набухания в дистиллированной воде, объемные %						
24 час	4,2	124	120	104	112	126
48 час	5,8	200	212	158	180	160
72 час	6,2	197	198	200	257	340
240 час	10,0	196	181	220	235	400
Степень набухания в пластовой воде, объемные %						
24 час	2,2	6,0	6,4	11,4	13,6	14,5
48 час	5,8	10,1	12,5	16,0	15,8	23,5

Окончание таблицы

72 час	6,2	14,0	18,6	24,3	26,8	32,6
240 час	6,0	11,5	10,7	19,1	19,8	32,5

Примечание: f_p – предел прочности при растяжении; ϵ_p – относительное удлинение при разрыве; В – сопротивление раздиру; Е – эластичность по отскоку; Н – твёрдость.

Как видно из таблицы, вулканизаты 4-6 вариантов резиновой смеси обладают повышенным пределом прочности при растяжении, сопротивлением раздиру и твёрдостью и невысоким относительным удлинением при разрыве. Эти же вулканизаты, по сравнению с вулканизатами 1-3 вариантов резиновой смеси, характеризуются большей степенью набухания в дистиллированной и пластовой воде.

Таким образом, резина на основе комбинации каучуков изопренового СКИ-3 и бутадиен-метилстирольного СКМС-30 АРК, содержащая добавки полиакриламида АК 639, ϵ -капролактама и гидрогеля, характеризуется достаточно высокими физико-механическими свойствами, высокой степенью набухания в дистиллированной и удовлетворительной в пластовой воде.

Исследование выполнено в рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства на АО «ЧПО им. В. И. Чапаева» при финансовой поддержке Минобрнауки России, договор №03.G25.31.0227.

Литература

1. Разработка и исследование свойств нефтенабухающей резины / Н. Ф. Ушмарин, Д. В. Пелипенко, С. И. Сандалов и др. // Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии: сборник трудов участников XXII научно-практической конференции. – М., 2017. – С. 132-133.
2. Исследование влияния метилцеллюлозы и полиакрилата натрия на гидросорбционные свойства резины на основе хлоропренового каучука / А. В. Иванова, Н. Ф. Ушмарин, Е. Н. Егоров и др. // Каучук и резина. – 2017. – Т. 76. № 4. – С. 236.
3. Влияние функциональных ингредиентов на физико-механические и эксплуатационные свойства резин для водонефтенабухающих уплотнительных элементов / Е. Н. Егоров, Н. Ф. Ушмарин, С. И. Сандалов и др. // Бутлеровские сообщения. – 2019. – Т. 57, №2. – С. 68-73.

Илларионова М. С., Спиридонов И. С.

Научные руководители: Ушмарин Н. Ф., канд. техн. наук;

Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

РАЗРАБОТКА РЕЗИНЫ ДЛЯ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЛУЧШЕННЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Аннотация. *Исследовано влияние различных функциональных ингредиентов на физико-механические свойства резины на основе комбинации гидрированного бутадиен-нитрильного и бутадиен-нитрильного каучуков. Показано, что для изготовления резины, обладающей лучшими физико-механическими свойствами, рекомендуется использовать комбинацию каучуков ZN 35056 и БНКС-18АМН, вулканизирующий агент Perkadox BC-FF, соагент вулканизации ТАИЦ, Zincolet BB-222 и амидное волокно.*

Ключевые слова: *резина, гидрированный бутадиен-нитрильный и бутадиен-нитрильный каучуки, функциональные добавки, физико-механические свойства, уплотнительные элементы.*

Для герметизации межстволового пространства обсадной колонны в нефтегазодобывающем оборудовании используются уплотнительные элементы, изготавливаемые из резин на основе бутадиен-нитрильных каучуков (БНК). Однако такие уплотнительные элементы имеют низкий срок службы, поскольку БНК не устойчивы к действию углеводородов при температуре выше 100°C. В работе [1] предложено использовать гидрированные БНК (ГБНК), которые придают устойчивость резино-техническим изделиям в эксплуатационных условиях. Грамотный подбор ингредиентов для резиновых смесей также способен повысить термоагрессивостойкость резин с сохранением их физико-механических свойств. Ранее нами было изучено влияние функциональных ингредиентов на технологические свойства резиновой смеси для уплотнительных элементов [2]. В связи с этим цель данной работы – исследовать влияние различных функциональных ингредиентов на упруго-прочностные свойства (предел прочности при растяжении (f_p), относительное удлинение при разрыве (ε_p), твердость (H), сопротивление раздиру (B), эластичность по отскоку (S), относительная остаточная деформация сжатия (ОДС)) резины на основе комбинации ГБНК и БНК.

Сначала исследовалась резиновая смесь с различными марками ГБНК – Therban 3406 и ZN 35056 (содержание неперекрестленных связей

1%) – с целью выбора наиболее эффективного ГБНК. Установлено, что при переходе от каучука Therban 3406 к ZN 35056 происходит увеличение показателей f_p , ε_p , H , B резины. При этом значения показателей ОДС и эластичности по отскоку резины уменьшаются. Лучшими физико-механическими свойствами обладает резина на основе каучука ZN 35056, поскольку она удовлетворяет требованиям, приведенным в таблице.

Перечень требуемых свойств для вулканизатов резиновой смеси

Показатели	Свойства резины (режим 170°Сх60 мин.), термостатирование (режим 170°С×6 ч)
f_p , МПа	не менее 17,0
ε_p , %	не менее 120
H , усл.ед. Шор А	90±5
ОДС, %	не более 60
B , Н/мм	от 85 до 115
S , %	от 16 до 28

Далее исследовалось влияние содержания нитрила акриловой кислоты (НАК) в БНК на свойства резины на основе комбинации каучука ZN 35056 с различными БНК: БНКС-50АМН, БНКС-40АМН, БНКС-33АМН, БНКС-28АМН и БНКС-18АМН, характеризующимися разным содержанием НАК. Установлено, что уменьшение содержания НАК в БНК приводит к увеличению f_p , H , ОДС, B , S резины. Резина на основе комбинации каучуков ZN 35056 и БНКС-18АМН соответствует предъявляемым к ней требованиям по исследуемым показателям.

Исследование влияния вулканизирующих агентов Perkadox BC-FF и Новоперкса БП-40, а также соагентов вулканизации триаллицианурата и малеида Ф на физико-механические свойства резины показало, что более эффективной парой является Perkadox BC-FF и ТАИЦ. Этот вариант резины удовлетворяет требованиям, приведенным в таблице.

Далее изучалось влияние двойных и тройных комбинаций антиоксидантов (Диافена ФП, Новантокса 8ПФДА, Ацетонанила Н, Naugard 445, Irganox 1010, Dusantox 6PPD, Нафтама-2, Агидола-2, дибутилдителиокарбамата никеля (ДБДТКН)) на свойства резины. Результаты показали, что все варианты резины, содержащие различные антиоксиданты и их комбинации, удовлетворяют требованиям таблицы по значениям показателей f_p , ε_p , H , ОДС. Однако эти варианты резины не удовлетворяют по показателям B , S .

На следующем этапе исследовалось влияние технологических добавок (Мягчитель PC-1, Structol WB 222, Zincolet BB-222) на физико-механические свойства резины. Показано, что лучшим комплексом

свойств обладает резина, содержащая в качестве технологической добавки Structol WB 222 и Zincolet BB-222.

Исследования влияния волокнистых наполнителей (углеродное, арамидное, стекловолокно, стеклографитовое, ПАН-волокно, базальтовое, и минеральная вата) длиной 10 мм с различным их содержанием (5,00, 10,00, 15,00 мас. ч.) в резиновой смеси позволили установить, что лучшим комплексом свойств обладает резина, содержащая арамидное волокно в количестве 5 мас. ч.

Таким образом, для изготовления резины для уплотнительных элементов с улучшенными физико-механическими свойствами рекомендуется использовать комбинацию каучуков ZN 35056 и БНКС-18АМН, вулканизирующий агент Perkadox BC-FF, соагент вулканизации ТАИЦ, Zincolet BB-222 и арамидное волокно.

Исследование выполнено в рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства на АО «ЧПО им. В. И. Чапаева» при финансовой поддержке Минобрнауки России, договор №03.G25.31.0227.

Литература

1. Влияние гидрированных бутадиен-нитрильных каучуков на свойства резины для уплотнительных элементов / И. С. Спиридонов, Н. Ф. Ушмарин, С. И. Сандалов и др. // Бутлеровские сообщения. – 2017. – Т. 50. №4. – С. 45-49.

2. Спиридонов, И. С. Разработка резиновой смеси для уплотнительных элементов с улучшенными технологическими свойствами / И. С. Спиридонов, М. С. Илларионова, Н. И. Кольцов // X Международная школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании» Уфа, 16-20 октября 2018. Сб. тезисов докладов. – С. 240-242.

УДК 546.791

Кайбулкин М. В.

Научные руководители: Зиновьева Е. Г., канд. хим. наук, доцент;

Ефимов В. А., канд. хим. наук, доцент

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ УРАН

***Аннотация.** В работе рассмотрены положительные и отрицательные стороны урана, способы его добычи и перспективы применения.*

***Ключевые слова:** уран, изотопы, получение, свойства, энергия.*

В честь 150-летия открытия Д. И. Менделеевым периодического закона Организация Объединенных наций объявила 2019 год Международным годом Периодической таблицы химических элементов. Все химические элементы уникальны в своем роде, но уран занимает особое положение, оказав серьезное влияние на многие аспекты современной жизни. Этот химический элемент-актиноид с атомным номером 92 в периодической системе с древних времен широко применялся для приготовления посуды, позволяющей длительно сохранять свойства продуктов.

Важной датой для урана стал 1789 год, когда немецкий натурфилософ и химик Мартин Клапрот восстановил извлечённую из саксонской смоляной руды золотисто-жёлтую «землю» до чёрного металлоподобного вещества. Добыча урана стабильна во многих странах мира, в том числе и в России.

Уран широко применяется в разных областях промышленности, сельском хозяйстве и биологии. Многие изотопы урана незаменимы в ядерном топливе на атомных электростанциях и химических реакциях с водородом. За счет природной радиоактивности уран используют в медицине; существует неоспоримое доказательство того, что в некоторых случаях мельчайшая доза урана губительно воздействует на опухоли рака [1-2].

Ученые выявили, что уран – это не просто металл, а очень опасное химическое вещество с таинственными свойствами, способное причинить страшные разрушительные последствия для здоровья человека и глобальной природной экосистемы, поэтому только рациональное применение этого актиноида способно раскрыть в полной мере все его положительные свойства и приносить пользу людям.

Литература

1. Минералогия и геохимия редких и радиоактивных металлов: учебное пособие для вузов / В. Я. Терехов, Н. И. Егоров, И. М. Баюшкин и др. – М.: Энергоиздат, 1987. – 360 с.
2. Игнатов, П. А. Радиогеоэкология и проблемы радиационной безопасности: учебник для студентов высших учебных заведений / П. А. Игнатов, А. А. Верчеба. – Волгоград: Издательский Дом «Ин-Фолио», 2010. – 256 с.

Кириллова Т. А.

Научные руководители: Семенова Н. А., ведущий инженер-технолог;

Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСФЕР ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СВОЙСТВ ПОДОШВЕННОЙ РЕЗИНЫ

Аннотация. *Исследовано влияние корундовых, стеклянных и гранатовых микросфер на реометрические, физико-механические и эксплуатационные свойства подошвенной резины. Показано, что резина, содержащая гранатовые микросферы, обладает высокими упруго-деформационными свойствами, термостойкостью и малой истираемостью.*

Ключевые слова: микросферы, подошвенная резина, эксплуатационные свойства.

В настоящее время существуют различные способы повышения эксплуатационных свойств вулканизатов резиновых смесей. Одним из этих способов является введение наполнителей в рецептурный состав резиновых смесей. Среди наполнителей следует выделить полые микросферы. Их использование в составе резиновых смесей позволяет повысить стойкость резин к истиранию и сопротивление раздиру [1, 2]. Введение полых микросфер в состав резиновых смесей позволяет также повысить их износостойкость [3]. В связи с этим нами исследовано влияние различных микросфер на физико-механические свойства и термоагрессивостойкость подошвенной резины на основе бутадиен-нитрильных каучуков (СКН-4055, БНКС-40АН) и изопренового (СКИ-3). Каучуки смешивали на лабораторных вальцах ЛБ 320 150/150 с вулканизующим агентом серой, активаторами и ускорителями вулканизации цинковыми и титановыми белилами и другими ингредиентами. Помимо основных ингредиентов в резиновую смесь вводились микросферы. Первый вариант резиновой смеси содержал корундовые микросферы НСМ-Л (размер частиц от 70 до 180 микрон), второй вариант – стеклянные микросферы МС-В (размер частиц от 2 до 120 микрон) и третий вариант – гранатовые микросферы МВМД-170 (размер частиц от 30 до 500 микрон). Микросферы вводились в резиновую смесь в количестве 5 мас. ч. на 100 мас. ч. каучуков. В дальнейшем проводилась вулканизация резиновой смеси при температуре 150°C в течение 15 мин.

Исследование кинетики вулканизации резиновой смеси проводилось на реометре MDR 3000 фирмы «Mon Tech» при температуре 150°C. Из

результатов исследования реометрических свойств следует, что для 2 варианта резиновой смеси, содержащей стеклянные микросферы, наблюдаются максимальные величины крутящего момента и оптимального времени вулканизации. Время начала вулканизации остается практически неизменным для всех вариантов резиновой смеси. Варианты 1 и 3 резиновой смеси обладают наименьшими величинами максимального крутящего момента. Для них наблюдаются достаточно близкие времена начала и оптимума вулканизации. Содержание микросфер практически не влияет на время достижения максимальной скорости вулканизации и на максимальную скорость вулканизации резиновой смеси.

Из результатов исследования физико-механических свойств следует, что вулканизат 3 варианта резиновой смеси характеризуется наибольшими величинами условной прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и минимальным значением истираемости (повышенной износостойкостью) с сохранением достаточно высокого уровня упруго-деформационных свойств резины. Наименьшими изменениями физико-механических свойств после теплового воздействия воздуха также обладает вулканизат 3 варианта резиновой смеси. Изменения физико-механических свойств и массы после теплового воздействия агрессивных сред для вулканизатов всех вариантов резиновой смеси различаются незначительно.

Дифференциально-термический анализ показал, что температура вулканизации практически одинакова для всех трех исследуемых вариантов резиновой смеси. Наибольшая температура деструкции наблюдается для 1 и 3 вариантов резиновой смеси. Из результатов термогравиметрических исследований следует, что вулканизаты 1 и 2 вариантов резиновой смеси характеризуются большей потерей массы, чем вулканизат 3 варианта. Таким образом, резиновая смесь на основе комбинации каучуков, содержащая гранатовые микросферы, характеризуется высокими упруго-деформационными свойствами и термостойкостью.

Литература

1. Ushmarin N. F., Krasnova E. V., Egorov E. N., Stroganov I. V., Khairullin R. Z., Kol'tsov N. I. The effect of hollow corundum microspheres on the properties of materials based on carbon-chain rubbers // *Polymer Science, Series D.* – 2018. – Vol. 11. No. 3. – Pp. 320-322.

2. Лаврентьев, О. А. Влияние полых микросфер на свойства маслобензостойкой резины / О. А. Лаврентьев, Е. Г. Ефимовский // *Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIII Международная молод. науч. конф. по естеств. науч. и техн. дисциплинам.* – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – Ч. 1. – С. 159-160.

3. Салаева, М. А. Полые корундовые микросферы в производстве резиновых смесей / М. А. Салаева, Е. М. Кашина, Л. А. Носкова // XXII Междунар. научно-практич. конф. «Резиновая промышленность. Сырье, материалы, технологии». Тезисы докл. – М., 2017. – С. 87-89.

УДК 539.376

Лаврентьев О. А.

Научные руководители: Егоров Е. Н., канд. хим. наук, доцент;

Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОПОЛИМЕРОВ ЭТИЛЕНА И ВИНИЛАЦЕТАТА НА СВОЙСТВА РЕЗИНЫ НА ОСНОВЕ КАУЧУКОВ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. *Исследовано влияние сополимеров этилена и винилацетата на физико-механические и эксплуатационные свойства резины на основе каучуков общего и специального назначения.*

Ключевые слова: *сополимеры этилена и винилацетата, каучуки общего и специального назначения, резина, физико-механические и эксплуатационные свойства.*

Одним из способов повышения технологических свойств резинотехнических изделий является введение в состав резиновых смесей различных технологических добавок [1-3]. Изменение технологических свойств оказывает влияние на физико-механические свойства резин. К технологическим добавкам относятся сополимеры этилена и винилацетата, которые могут использоваться для регулирования эксплуатационных свойств резин [4]. В связи с этим нами исследовано влияние сополимеров этилена и винилацетата на свойства водонепроницающей резины на основе комбинации каучуков БНКС-18 АМН, СКМС-30 АРК и СКЭПТ-40. Резиновую смесь готовили путем смешения каучуков с ингредиентами на лабораторных вальцах ЛБ 320 150/150 в течение 20 мин. Сополимеры этилена и винилацетата двух марок SEETEC VA900 и сэвилен 11808-340 вводили в количестве от 10 до 30 мас. ч. на 100 мас. ч. каучуков. Физико-механические и эксплуатационные свойства вулканизатов определялись по стандартным методикам, применяемым в резинотехнической промышленности.

Из результатов исследований следует, что добавление сополимеров этилена и винилацетата в резиновую смесь приводит к незначительному изменению физико-механических свойств полученных вулканизатов. По сравнению с вулканизатом, не содержащим сополимеры, для вулканизатов с сополимерами наблюдается понижение условной прочности при растяжении и увеличение относительного удлинения при разрыве. При этом твердость, эластичность по отскоку и сопротивление раздиру практически не изменяются. Исследования эксплуатационных свойств резины проводились путем определения изменений физико-механических свойств и степени объемного набухания вулканизатов резиновой смеси после их выдержки в смеси нефть+вода. Изменения физико-механических свойств вулканизатов резиновой смеси определялись после выдержки в смеси нефть+вода при 70°C в течение 24 часов. Установлено, что с увеличением содержания сополимеров этилена и винилацетата происходит уменьшение физико-механических свойств вулканизатов после выдержки в смеси водо-нефтяной смеси. При содержании сополимеров этилена и винилацетата 10 мас. ч. наблюдаются наименьшие изменения этих свойств. После выдержки в течение 10 дней в смеси вода+нефть при 70°C наибольшими величинами степени набухания обладает резина, содержащая 10 мас. ч. сэйлена 11808-340. Таким образом, добавки сополимеров этилена и винилацетата в резину на основе комбинации каучуков общего и специального назначения и выдержка резины в нагретой водо-нефтяной смеси приводят к уменьшению физико-механических свойств вулканизатов. Резина, содержащая сэйлен 11808-340, характеризуется меньшими изменениями физико-механических свойств и большей степенью набухания в смеси воды с нефтью.

Исследование выполнено в рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства на АО «ЧПО им. В. И. Чапаева» при финансовой поддержке Минобрнауки России, договор №03.G25.31.0227.

Литература

1. Исследование влияния технологических добавок на свойства резин на основе БНК нового поколения. Ч. 1. Вухтазин РВ/г-с / Н. И. Кольцов, Н. Ф. Ушмарин, А. Е. Петров и др. // Бутлеровские сообщения. – 2010. – Т. 19. № 2. – С. 79-86.
2. Исследование влияния технологических добавок на свойства резин на основе БНК нового поколения. Ч. 2. Эластид, оксанолы и фактис / Н. И. Кольцов, Н. Ф. Ушмарин, Л. Г. Рогожина и др. // Бутлеровские сообщения. – 2010. – Т. 19. № 3. – С. 75-82.

3. Исследование влияния технологических добавок на свойства резин на основе БНК нового поколения. Ч. 3. Новантокс 8 ПФДА / Н. И. Кольцов, Н. Ф. Ушмарин, А. Е. Петров и др. // Бутлеровские сообщения. – 2010. – Т. 21. № 9. – С. 22-28.

4. Ефимовский, Е. Г. Влияние сополимеров этилена и винилацетата на термо- и агрессивностойкость подошвенной резины / Е. Г. Ефимовский, Н. Ф. Ушмарин, Н. И. Кольцов // Бутлеровские сообщения. – 2018. – Т. 54. №5. – С. 113-119.

УДК 675.92

Майорова А. В., Смирнова А. А., Винокуров А. И.
Поволжский государственный технологический университет

ИСКУССТВЕННЫЕ КОЖИ - ЧТО ЭТО ТАКОЕ

Аннотация. Рассмотрены вопросы, касающиеся искусственной кожи, как современного комплексного полимерного материала, широко используемого в производстве изделий легкой промышленности. В настоящее время ассортимент искусственных кож достаточно разнообразен. Сырьем для их создания служат различные классы полимеров. Рассматриваются различные полимерные композиции для создания покрытия и перспективы развития улучшения их потребительских свойств.

Ключевые слова: искусственная кожа, армирующая основа, покрытие, полимерные композиции, свойства, производство.

Современного человека окружает огромное количество разнообразных товаров, изделий, материалов, полученных с использованием высокомолекулярных соединений (полимеров) – веществ с высокой молекулярной массой от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов, обладающих уникальным комплексом свойств.

Так, на заре человечества шкуры животных, а позднее и выделанная из них натуральная кожа использовались человеком для получения предметов домашнего обихода. Прогресс человечества, сопровождаемый не только возрастанием потребностей каждого человека, но и возникновением сложных экологических проблем, неизбежно привел к нехватке природного сырья, что создало проблемы в производстве обуви и одежды. Ответом цивилизованного человека стала разработка и организация промышленного производства искусственных кож – сначала только для использования в качестве заменителей натуральных кож, а затем и для решения большого числа других задач, причем в каждом конкретном случае были получены материалы с требуемым комплексом свойств.

Искусственные кожи (ИК) – это широкий круг композиционных полимерных материалов, применяемых для изготовления обуви, одежды, головных уборов, галантерейных изделий, а также многочисленных материалов и изделий технического назначения и призванных как восполнить дефицит натурального сырья, так и предоставить относительно дешевые материалы для различных применений, зачастую с уникальными и специфическими свойствами.

Производство искусственных кож насчитывает более 200 лет. Одним из первых можно считать производство ткани, пропитанной каучуком, индейцами Южной Америки. Современные технологии позволяют создавать искусственные кожи, обладающие рядом специальных качеств: морозо- и жароустойчивые, водостойкие, антистатические, огнеупорные, маслостойкие и др. кожи.

Существует множество классификаций, основные из которых – по технологическому признаку (или характеру производства) и назначению.

По характеру производства различают мягкие искусственные и синтетические кожи, синтетические материалы для низа обуви, искусственные жесткие кожи типа картона. По назначению выделяют галантерейные, обувные, одежные, обивочные, декоративно-хозяйственные, технические, переплетные материалы и клеенку. Кроме того, материалы можно классифицировать и по виду применяемого для их изготовления полимера, и тогда различают материалы на основе полиуретана (ПУ), поливинилхлорида (ПВХ), полиамида (ПА), нитроцеллюлозы (НЦ), термозластопластов (ТЭП), каучуков или их смесей.

По строению и структуре ИК могут быть пористыми, монолитными и пористо-монолитными, одно- и многослойными, безосновными и на волокнистой основе, армированными и т. п. По условиям эксплуатации ИК можно разделить на обычные, морозо-, тропико-, огне-, кислото-, щелоче-, водо-, жиро-, масло-, озono-, бензо-, термо- и раздиरोустойкие, виброгасящие, шумозащитные, электропроводящие, антистатические и т. д. По цвету различают черные и цветные материалы.

Уже одно перечисление возможных вариантов такого рода материалов позволяет читателю составить представление о практически неограниченных возможностях при их создании и использовании.

Мягкие искусственные кожи – это композиционные полимерные материалы, получаемые обработкой волокнистых основ различными полимерными композициями: расплавами, растворами, дисперсиями, пластизолями (полимерные пасты, представляющие собой дисперсии полимеров в пластификаторах) и т. п. Выпускают такие материалы самого различного назначения в виде рулонов и листов. В зависимости от назначения создают ИК различного строения (одно- и многослойные) и структуры (пористые, монолитные, пористо-монолитные). Волокнистая основа – важный элемент конструкции, в значительной степени опреде-

ляющий свойства мягких ИК. Для получения покрытий мягких ИК используют полимерные композиции на основе различных полимеров, таких, как эластомеры (каучуки), поливинилхлорид, полиамиды, нитроцеллюлоза, полиуретаны, и соответственно в их названии фигурируют приставки эласто-, винил-, амидо-, нитро-, уретан-искожа. Все мягкие искусственные и синтетические кожи с лицевым покрытием подвергают окончательной отделке путем нанесения лакового или матирующего полимерного слоя, тиснения, нанесения печатного рисунка и т. п.

Обувные резины пористые и непористые получают путем прессовой вулканизации при постоянном или переменном давлении. В состав многокомпонентной композиции для их получения входят каучук или смесь каучуков, определяющие основные физико-механические и эксплуатационные свойства резин, а также вулканизирующие агенты, пигменты, наполнители, порообразователи, стабилизаторы и др.

Жесткие искусственные кожи типа картона представляет собой листовый материал с поверхностной плотностью более 200 г/м². Он состоит из относительно коротких волокон различной природы, связанных между собой силами межмолекулярного взаимодействия (адсорбционными силами) и полимерным связующим.

PU-кожа – это ИК нового поколения, по своим качествам превосходящий даже натуральный аналог. Состоит он из трех слоев: основа – хлопчатобумажная ткань, второй слой – обработанная натуральная кожа (правда, низкокачественная), и третий – тонкое покрытие полиуретаном. Такой материал обладает сразу несколькими плюсами: во-первых, он дышит, во-вторых, имеет высокую морозостойкость, в-третьих – крайне устойчив к механическим воздействиям, и в-четвертых – не имеет никакого запаха и безопасен для здоровья.

Эко-кожа по своему составу похожа на PU-кожу, однако в ней отсутствует второй слой. Основой может быть как х/б ткань, так и синтетическое волокно. Благодаря особым свойствам полиуретана этот материал также высоко ценится как экспертами, так и потребителями. Среди его положительных качеств:

- внешний вид, не отличающийся от натуральной кожи;
- устойчивость к замерзанию и к УФ-лучам;
- низкая способность к поглощению жидкости;
- «дышащая» поверхность;
- долговечность и стойкость к истиранию;
- гипоаллергенность.

Таким образом, под словом «искусственная кожа» сегодня скрывается большое разнообразие материалов, обладающих разными свойствами и широким спектром применения.

Мамышев В. Л., Иванов В. В.

Научный руководитель: Орлов В. Н., канд. физ.-мат. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

КИНЕТИКА ГАЗИФИКАЦИИ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВ

***Аннотация.** Приведены промежуточные результаты расчета газификации местных видов топлив...*

***Ключевые слова:** газификация, синтез-газ (древесный газ), пиролиз.*

На данный момент существует огромный потенциал разведанных запасов каменного угля, при этом его потребляемое количество в 6 раз меньше, чем запас нефти и газа. Использование каменного угля ограничивается значительными расходами при его добыче и стоимостью транспортировки, причем стоимость последней составляет до 30% по данным РЖД. В связи с вышесказанным в современное время становится крайне актуальным использование вторичных энергетических ресурсов. На данный момент в России используется только малая их часть, которая составляет примерно 2%

Одним из возможных выходов является применение газификации и пиролиза. Огромный плюс газификации в том, что она позволяет унифицировать переработку таких видов твердых топлив, как уголь, торф и древесные породы. Получение синтез-газа дает возможность использования экономически выгодного способа транспортировки топлива по существующим магистральным газопроводам. Такой синтез-газ возможно использовать в котельных установках, предназначенных для сжигания природного газа.

Одним из недостатков газификации является то, что она протекает при высоких температурах. В связи с этим становится актуальным применение катализаторов, позволяющих снизить требуемую температуру. Многие из существующих катализаторов являются дорогими, поэтому в данной работе рассматривается вариант использования отходов производства (окислов железа – Fe_xO_y). Достоинством последних является то, что не требуется проводить их регенерацию. В качестве катализаторов планируется также использование окислов марганца (MnO_2), меди (Cu_2O) и железа (Fe_2O_3)

Исследования навесок твердого топлива проводились при помощи дериватографа Q-1500D. Образцами для опытов служили – древесины таких хвойных и лиственных пород, как береза, клён и сосна.

При проведении исследований средняя скорость нагрева составила 5 градусов в минуту. Опыты проводились при температурах до 700°C, при проведении опытов использовался компьютер с ОС Windows 2007, программа для обработки результатов опытов Termo 3.3 (Кардиопроект).

Экспериментальные данные изначально представляли собой зависимость температуры, массы, убыли массы, от времени.

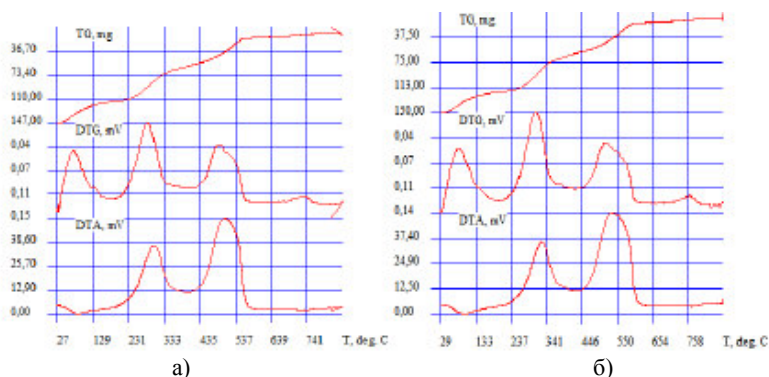


Рис. 1. Дериватограммы термоокислительной деструкции топлива дисперсностью 100-200 мкм, рис. а) и 300-400 мкм, рис. б)

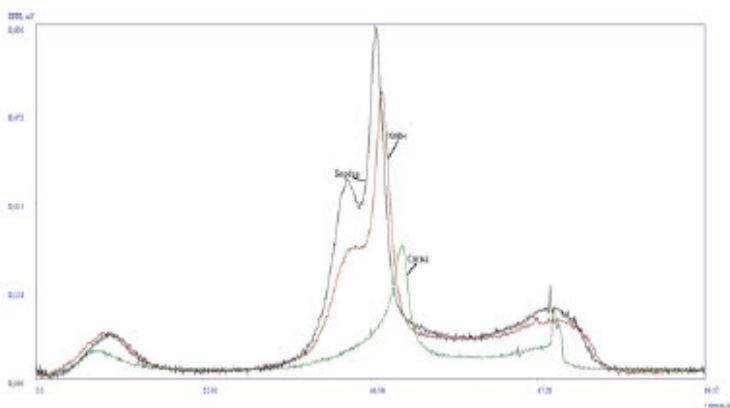


Рис. 2. Кривые ДТГ термораспада образцов березы, клёна и сосны дисперсностью 0,3-0,4 мм

Целью являлось нахождение оптимального количества катализатора при пиролизе местных видов топлив. Проведение основной части работы требует проведение предварительных работ по определению влажности, зольности и выхода летучих.

На данный момент получены следующие данные по влажности древесины с использованием методики, описанной в [1], проводятся исследования по определению зольности по [2].

Береза –13%, $K_{\text{сух}} = 0,87$.

Сосна –36%, $K_{\text{сух}} = 0,64$.

Ольха –15%, $K_{\text{сух}} = 0,90$.

Дуб – 15%, $K_{\text{сух}} = 0,85$.

Таблица 1. Температуры экстремумов кривых термораспада образцов торфа

Дисперсность, мм	0,1–0,2	0,3–0,4	$(0,3 \div 0,4) + \text{Fe}_x\text{O}_y$
$T_{1\text{min}} \text{DTG}, ^\circ\text{C}$	75	83	81
$T_{2\text{min}} \text{DTG}, ^\circ\text{C}$	287	309	289
$T_{3\text{min}} \text{DTG}, ^\circ\text{C}$	496	492	493
$T_{1\text{max}} \text{DTA}, ^\circ\text{C}$	300	328	309
$T_{2\text{max}} \text{DTA}, ^\circ\text{C}$	506	534	537

Таблица 2

$T, ^\circ\text{C}$ Дисперсность	$T_{1\text{max.}}$ ДТА	$T_{2\text{max.}}$ ДТА	$T_{1\text{min.}}$ ДТГ	$T_{2\text{min.}}$ ДТГ	$T_{3\text{min.}}$ ДТГ
0,3–0,4 мм	357	504	66	327	495
0,3–0,4 мм с Fe_xO_y	375	485	62	303	476

Таблица 3 - Температуры максимумов и минимумов кривых термораспада сосны

$T, ^\circ\text{C}$ Дисперсность	$T_{1\text{max.}}$ ДТА	$T_{2\text{max.}}$ ДТА	$T_{1\text{min.}}$ ДТГ	$T_{2\text{min.}}$ ДТГ	$T_{3\text{min.}}$ ДТГ
0,3–0,4 мм	355	480	50	326	474
0,3–0,4 мм с Fe_xO_y	345	465	67	302	474

Первичные данные сглаживались сплайнами.

В данной работы приведены исследования термоокислительной деградации твердых видов местных топлив, показано влияние среднего размера частиц на процесс их термораспада. Рассмотрено влияние катализаторов на процессы газификации и пиролиза. Результаты исследований показывают возможность использования методов термического анализа для выбора оптимальных режимов газификации.

Литература

1. ГОСТ Р 56888-2016.
2. ГОСТ Р 56888-2016.

Садовина Е. А.

Научный руководитель: Тарасенко Е. В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены физико-химические процессы горения.

Ключевые слова: горение, реакции горения.

На современном этапе промышленного производства весьма актуальной задачей становятся обеспечение безопасности труда и снижение материального ущерба от возможных чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера. При этом около 80 % от числа всех техногенных чрезвычайных ситуаций приходится на долю пожаров [1].

Пожар – это процесс неконтролируемого горения сооружений, материалов, природных объектов, товарно-материальных ценностей, устройств и механизмов. Задачей инженера является умение оценить результаты возможных воздействий на конкретный объект и принятие мер по предотвращению опасных последствий [2].

Горение – одно из интереснейших и жизненно необходимых для людей явлений природы – привлекало к себе внимание передовых умов человечества с древнейших времен. Первые попытки понять механизм горения связаны с именами англичанина Роберта Бойля, француза Антуана Лорана Лавуазье и русского Михаила Васильевича Ломоносова [3]. Оказалось, что при горении вещество никуда не «исчезает», как наивно полагали когда-то, а превращается в другие вещества, в основном газообразные и потому невидимые. Лавуазье в 1774 году впервые показал, что при горении из воздуха уходит примерно пятая его часть. В течение XIX века ученые подробно исследовали физические и химические процессы, сопровождающие горение. Необходимость таких работ была вызвана, прежде всего, пожарами и взрывами в шахтах. Но только в последней четверти XX века были выявлены основные химические реакции, сопровождающие горение, и по сей день в химии пламени осталось немало темных пятен.

Химические реакции горения

Горение – сложный физико-химический процесс, основу которого составляют химические реакции окислительно-восстановительного

типа, приводящие к перераспределению валентных электронов между атомами.

Примеры реакций горения:

метана: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;

тротила: $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3 \rightarrow 2,5\text{H}_2\text{O} + 3,5\text{CO} + 3,5\text{C} + 1,5\text{N}_2$.

Необходимые условия горения веществ

Чтобы началось горение, нужно выполнить ряд условий. Прежде всего, температура горючего вещества должна превышать некое предельное значение, которое называется температурой воспламенения.

Реакция горения происходит многостадийно так, чтобы на каждой стадии разрывалось и образовывалось лишь небольшое число химических связей, и процесс состоит из множества последовательно протекающих элементарных реакций.

Горение в атмосферном воздухе

Воздух – это смесь газов, основными компонентами которого являются азот (78% по объему), кислород (21%) и аргон (0,9%). Азот и аргон в процессе горения в химическом взаимодействии участия практически не принимают, так как являются инертными газами. Однако они влияют на этот процесс, снижая скорость реакции за счет расхода тепла на их нагрев.

Для простоты расчетов принимают, что воздух состоит из 21% кислорода и 79% азота, т. е. на один объем кислорода в воздухе приходится $79 : 21 = 3,76$ объема азота [4].

Примеры реакций горения некоторых органических веществ:

ацетилен: $\text{C}_2\text{H}_2 + 2,5\text{O}_2 + (2,5 \cdot 3,76)\text{N}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + (2,5 \cdot 3,76)\text{N}_2$;

вторэтилена: $\text{C}_2\text{H}_3\text{F} + 2,5\text{O}_2 + (2,5 \cdot 3,76)\text{N}_2 \rightarrow$

$\rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HF} + (2,5 \cdot 3,76)\text{N}_2$.

Большое значение имеет рассмотрение процессов горения таких веществ, как водород, окись углерода, углеводороды.

Химические процессы горения водорода

Взаимодействие молекулы водорода с молекулой кислорода протекает сложным путем через ряд последовательных стадий. В настоящее время твердо установлено, что горение водорода происходит по цепному механизму, причем роль активных центров играют частицы H , O , OH , HO_2 . Наиболее подробный анализ процесса горения водорода в режиме самовоспламенения экспериментальным и расчетным методами выполнен профессором А. Н. Баратовым. Им предложена схема процесса, включающая четырнадцать основных элементарных реакций.

Химические реакции при горении оксида углерода(II)

Взаимодействие оксида углерода(II) с кислородом представляет собой важнейшую для процессов горения реакцию. Протекание этой реакции во многих случаях определяет закономерности горения углеродсодержащих веществ. Для реакции характерен разветвленный цепной механизм.

Таким образом, горение можно характеризовать как сложный самоподдерживающийся физико-химический процесс, для которого характерны три признака: химическое превращение, выделение тепла и излучение. Отсутствие какого-либо из указанных признаков свидетельствует о том, что рассматриваемый процесс к горению не относится, например, «горение» электрической лампочки (отсутствует химическое превращение). Для осуществления горения необходимо выполнение определенных условий, без которых горение невозможно. Первое условие состоит в том, что все процессы горения протекают исключительно в парогазовой фазе. Вторым условием осуществления горения является наличие трех компонентов:

- горючего газа или пара в определенной концентрации с определенной областью воспламенения;
- окислителя, способного в определенных условиях вступать в химическую реакцию с реагирующим горючим газом;
- источника воспламенения с достаточной энергией для поджигания и осуществления химической реакции воспламенения горючей смеси.

Возникновение и продолжение горения возможно при определенном количественном соотношении горючего вещества и кислорода, а также при определенных температурах и запасе тепловой энергии источника воспламенения.

Литература

1. Корольченко, А. Я. Процессы горения и взрыва / А. Я. Корольченко. – М.: Пожнаука, 2007. – 266 с.
2. Зеленкин, В. Г. Теория горения и взрыва: конспект лекций / В. Г. Зеленкин, С. И. Боровик, М. Ю. Бабкин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 166 с.
3. Теория горения и взрыва: конспект лекций / Сост. П. П. Воднев. – Ульяновск: УВАУ ГА(И), 2010. – 180 с.
4. Липкович, И. Э. Теория горения и взрыва: учебное пособие для практических занятий / И. Э. Липкович, Н. В. Петренко, И. В. Орищенко. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2014. – 120 с.

Сергеев В. Ю., Таланцев В. И.

Научный руководитель: Таланцев В. И., ст. преподаватель
Поволжский государственный технологический университет

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДА УГЛЕРОДА (II) ПРИ ГОРЕНИИ БЫТОВОГО ГАЗА В ПРОТОЧНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯХ

***Аннотация.** Рассмотрен механизм образования оксида углерода (II) при горении пропан-бутановой смеси (бытового газа), используемого в проточных водонагревателях.*

***Ключевые слова:** оксид углерода (II), бытовой газ.*

Горючие компоненты бытового газа – предельные и непредельные углеводороды C_1 - C_4 [1,3]. Основными горючими компонентами бытового газа в зависимости от климатического района являются пропан и бутан технические в различных соотношениях [2].

Горение бытового газа – реакция соединения горючих компонентов газа с кислородом воздуха. При полном сгорании компонентов бытового газа образуются конечные продукты окисления: углекислый газ CO_2 и вода H_2O [3,4]. На практике для полного сгорания топлива необходимо подавать воздуха немного больше, чем теоретически необходимо [6]. Это связано с перемешиванием газов. При смешении теоретически рассчитанных количеств компонентов в элементарном объеме газозвдушной смеси количество кислорода может оказаться недостаточно для полного сгорания из-за неравномерности распределения.

В современных проточных водонагревателях используется атмосферная инжекторная горелка с диффузионно-кинетическим методом сжигания газа, при котором к фронту горения подается подготовленная смесь газа с воздухом, содержащая только часть воздуха, необходимого для горения (первичный воздух). Первичный воздух в такой горелке составляет 40-60% воздуха, необходимого для полного сгорания. Остальной воздух (вторичный) поступает к факелу (в зону горения) путем диффузии. Для обеспечения оптимальной скорости диффузии необходима разница давлений с разных сторон потока воздуха, которая создается за счет движения дымовых газов в дымоотводящих каналах и воздуха в вентиляционных каналах (так называемая *тяги*).

Недостаточная тяга может быть причиной неполного сгорания газа из-за недостатка вторичного воздуха.

Неполное сгорание происходит при [5,6]:

- недостаточном количестве воздуха, поступающего на горение;
- плохом перемешивании газа и воздуха;
- чрезмерном охлаждении пламени до завершения реакции горения.

Молекулы углеводородов при входе в пламя из-за высокой температуры расщепляются на осколки без участия кислорода [5]. При этом от конца молекул отщепляются группы, содержащие два атома углерода, например: $C_3H_8 \Rightarrow CH_3^* + C_2H_5^*$; $C_4H_{10} \Rightarrow C_2H_5^* + C_2H_5^*$. Далее от активных частиц могут отщепляться атомы водорода, образуя различные соединения, например: $CH_3^* + C_2H_5^* \Rightarrow CH_2^{**} + C_2H_6$; $CH_3^* + C_2H_5^* \Rightarrow CH_4 + C_2H_4$; $CH_3^* + C_2H_5^* \Rightarrow 2H^* + CH_4 + C_2H_2$. Этот процесс, называемый термическим разложением, продолжается до тех пор, пока из исходных молекул не образуются частицы C_2H_2 , C_2H^* (радикал), C_2^{**} (бирадикал). В низкотемпературной зоне пламени эти соединения могут вступать в реакции, например: $CN \equiv CH + O^* \Rightarrow CH_2^* + CO$; $CH_2^* + O_2 \Rightarrow CO_2 + 2H^*$.

Самая горячая часть пламени имеет сине-голубой (фиолетово-голубой, сине-фиолетовый) цвет, температура в которой достигает $1400^\circ C$. В этой зоне светятся синим цветом возбужденные частицы C_2^{**} , C_2H^* . Если доступ кислорода в зону горения ограничен, то эти частицы не реагируют с кислородом с образованием конечных продуктов горения (CO_2 и H_2O), а собираются в агрегаты, состоящие из всё большего числа атомов углерода: $C_2H^* + C_2H_2 \Rightarrow C_4H_2 + H^*$; $C_2H^* + C_4H_2 \Rightarrow C_6H_2 + H^*$ и т.д. В верхней, самой высокотемпературной части пламени, эти частицы сгорают полностью при достаточном количестве кислорода. При недостатке кислорода образуются небольшие частицы сажи, имеющие форму крошечных шариков. При высокой температуре они дают хорошо светящееся пламя жёлтого цвета. В дальнейшем при недостатке кислорода может происходить укрупнение частиц сажи. В этом случае пламя даёт чёрный дым (коптящее пламя).

При недостаточном доступе воздуха в зоне горения частицы углерода при высокой температуре реагируют с молекулами углекислого газа и воды:

$$C + CO_2 \Rightarrow 2CO; \quad C_4H_2 + 5CO_2 \Rightarrow 9CO + H_2O;$$

$$C_6H_2 + 7CO_2 \Rightarrow 13CO + H_2O; \quad C + H_2O \Rightarrow CO + H_2; \quad C_4H_2 + 4H_2O \Rightarrow 4CO + 5H_2.$$

В результате появляется продукт неполного сгорания топлива – оксид углерода (II) (угарный газ, окись углерода).

Если температура пламени во внешней части достигнет $2000^\circ C$, то будут происходить реакции окисления азота (содержание которого в воздухе примерно 78% (по объёму): $N_2 + O_2 \Rightarrow 2NO$; $2NO + O_2 \Rightarrow NO_2$. За счет реакций образования оксидов азота будет уменьшаться количество кислорода в зоне горения.

Выводы

1. При недостаточном поступлении кислорода в зону горения бытового газа в проточных водонагревателях с инжекторной горелкой образуются частицы сажи и оксид углерода (II).

2. Недостаточное поступление кислорода в зону горения связано с недостаточной скоростью диффузии кислорода из-за малой разницы давлений с разных сторон потока воздуха в зоне горения.

Литература

1. ГОСТ 20448-90. Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия.
2. ГОСТ 16350-80. Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей.
3. Грандберг, И. И. Органическая химия: учебник для студентов вузов (бакалавров) по направлениям и специальностям агрономического образования / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. – 8-е изд. – М.: Юрайт, 2013. – 607 с.
4. Каток, Я. М. Органическая химия. Углеводороды и галогенопроизводные углеводородов. Тексты лекций / Я. М. Каток, О. Я. Толкач. – Минск: БГТУ, 2014. – 98 с.
5. Леенсон, И. А. Превращение вещества. Химия / И. А. Леенсон. – М.: ОЛМА Медиа Групп / Просвещение, 2013. – 304 с.
6. Вершилович, В. А. Внутридомовое газовое оборудование: учебное пособие / В. А. Вершилович. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 320 с.

УДК 550.42:546.027

Середар Н. С., Дамыймаа С. О.

Научный руководитель: Кендиван О. Д-С., канд. хим. наук, доцент
Тувинский государственный университет

ВАРИАЦИИ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДОНА В ЖИЛОМ И ПОДВАЛЬНОМ ПОМЕЩЕНИИ

Аннотация. Представлены результаты определения объемной активности природного радона-222 в воздухе жилых и подвальных помещениях г. Кызыла Республики Тыва и оценка уровня накопления радона в помещениях. В качестве средства измерения использовался радиометр радона РРА-01М-03 с допустимой относительной погрешностью $\pm 30\%$. В ходе исследования было проведено более 100 замеров концентрации радона.

Ключевые слова: радон, объемная активность, радиометр, жилые помещения, Кызыл, Республика Тыва.

Введение. Интерес к радоновой проблеме связан с тем, что радон является одним из индикаторов сейсмогеодинамической активности структур континентальной коры. В этом плане его изучение может внести существенный вклад в понимание закономерностей развития

новой разломной тектоники и дать значимую информацию для сейсмического прогноза [1]. Связь поведения радона с сейсмическим процессом была выявлена В.И. Уловым при изучении Ташкентского землетрясения (26.04.1966 г.) [2]. Тогда было установлено, что концентрация радона в подземных водах вблизи эпицентра землетрясения резко увеличилась до его наступления, достигла максимума непосредственно перед событием, а сразу после его завершения снизилась до уровня фоновых значений. Выявленные закономерности послужили основанием для использования радона в качестве индикатора сейсмогеодинамической активности. Поведение радона в активных структурах континентов изучается на мониторинговой основе [3, 4]. Информация по радону существенным образом дополняет сведения, получаемые от активно формируемых в настоящее время региональных и глобальных сетей сейсмологического и GPS-мониторинга. В этой связи целесообразной и своевременной представляется постановка радонного мониторинга (РМ) в Республике Тыва – в регионе с весьма высокой сейсмической активностью. Целью настоящего исследования явилось изучение влияния сейсмособытия на значение объемной активности комнатного радона.

Приборы и методы исследований. В нашей работе в качестве средства измерения использовался радиометр радона РРА-01М-03 с допустимой относительной погрешностью $\pm 30\%$ [5, с. 182]. Прибор позволяет определять объемную активность радона в пределах 20-20 000 Бк/м³ [6, с. 1344]. Материалами для данной работы являлись результаты измерения объемной активности (ОА) радона в типичных помещениях города Кызыла Республики Тыва. В каждой обследуемой жилой единице (квартире или односемейном доме) измерения проводились с максимальной длительностью нахождения людей, в спальне [7, с. 146]. Точка измерения выбиралась в месте, исключающем прохождение через него потоков воздуха, обусловленных сквозным проветриванием помещения (в стороне от прямой, соединяющей окно и дверь в помещении) [8, с. 146].

Результаты исследований и их обсуждение. Замеры объемной активности радона производились в ряде жилых и подвальных помещениях г. Кызыла, расположенных в разных микрорайонах города. Отбор проб воздуха с последующим экспрессным определением ОА радона альфа-спектрометрическим методом производились с помощью радиометра радона РРА-01М-03, в соответствии с принятой методикой [9]. Пробы отбирались круглосуточно. Одновременно регистрировались параметры воздушной среды: температура, давление и относительная влажность. Наиболее представительные результаты получены по пункту наблюдения в подвальном помещении по ул. Степная, 3. Измерение потока радона производилось в осенне-зимний

сезон 2018-2019 гг. в подвальном помещении по ул. Степная, 3 с параллельным определением атмосферных параметров. Сопоставление результатов исследования указывает на отсутствие корреляционных связей подпочвенного радона с атмосферным давлением. В ходе исследования было установлено, что микросейсмическое событие вызывает увеличение концентрации радона в помещениях в 10 раз. В результате залпового выброса радона объемная активность радона в жилых помещениях может превышать нормы радиационной безопасности (НРБ [10]) в 1,5 раза. Сопоставление графиков изменения объемной активности радона 2018 и 2019 гг. показывает, что годовые изменения объемной активности радона характеризуются весьма широким (20-300 Бк/м³) диапазоном вариаций. Это может служить дополнительным свидетельством доминирующего влияния на поведение радона глубинного сейсмогеодинамического фактора.

Выводы

1. Исследовано содержание радона в жилых и подвальных помещениях города Кызыла.
2. Изучено влияние микросейсмического события на значение объемной активности комнатного радона.
3. В ходе исследования было установлено, что сейсмическое событие вызывает увеличения концентрации радона в помещениях в 10 раз.

Литература

1. Андреев, А. И. Радон как индикатор сейсмогеодинамической активности / А. И. Андреев, А. А. Коковкин, М. Б. Медведева // Безопасность в технике. – 2011. – №5 (сентябрь–октябрь). – С. 8.
2. Уломов, В. И. Предвестник Ташкентского землетрясения / Уломов В. И., Мавашев Б. З. // Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. – Ташкент: ФАН, 1971. – С. 182–188.
3. К вопросу о влиянии баровариаций на поступление радона в атмосферу / П. П. Фирстов, Е. А. Пономарев, Н. В. Чернева и др // Вулканология и сейсмология. – 2007. – № 6. – С. 46-53.
4. Уткин, В. И. Радон как индикатор геодинамических процессов / В. И. Уткин, А. К. Юрков // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 2. – С. 277-286.
5. Кендиван, О. Д.-С. Экологическая оценка жилых помещений Мугур-Аксы на содержание концентрации радона / О. Д.-С. Кендиван, А. А. Ховалыг // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 182.
6. Кендиван, О. Д.-С. Процессы накопления радона-222 в помещениях, расположенных в сейсмоактивных зонах Тувы (на примере Монгун-Тайги) / О. Д.-С. Кендиван, А. А. Ховалыг // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11. Ч. 7. – С. 1344-1346.
7. Объемная активность радона в жилых помещениях (на примере Пий-Хемского района) / Ч. Н. Ооржак, О. А. Дыртык-оол, Ю. А. Подгорнова и др. // Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных

традиций народов Саяно-Алтая: материалы II международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 100-летию единения России и Тувы и в рамках реализации мероприятий Программы развития деятельности студенческих объединений. ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова». 2014. – С. 146.

8. Ондар, А. А. Объемная активность радона в жилых помещениях населенного пункта Тээли / А. А. Ондар, Ч. Н. Ооржак, О. Д.С. Кендиван // Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций народов Саяно-Алтая: материалы II международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 100-летию единения России и Тувы и в рамках реализации мероприятий Программы развития деятельности студенческих объединений. ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова». 2014. – С. 145-146.

9. Методика экспрессного измерения объёмной активности ^{222}Rn в воздухе с помощью радиометра типа РРА. Государственная система обеспечения единства измерения. Пробоотборное устройство ПОУ-04. – М., 2007. – 87 с.

10. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09. – 70 с.

УДК 343.2

Усманов Ш. Т.

Научный руководитель: Винокурова Р. И., д-р биол. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. Рассмотрены мембранные материалы, используемые для создания избирательного барьера между двумя растворами и представляющие огромный интерес для промышленной сепарации.

Ключевые слова: мембрана, биологические, неорганические и синтетические мембраны, электромембранные технологии.

Наука о мембранах (от лат. membrana – кожа) начиналась с экспериментов Ж. А. Нолле по разделению этанола и воды диализом со свиным пузырем в качестве полупроницаемой мембраны (1748 год). Затем А. Фик, экспериментируя с коллоидными мембранами, изучал законы диффузии (1855 год), а Т. Грэм применил коллоидные мембраны для разделения «истинных» и коллоидных растворов, их идентификации, положив начало коллоидной химии (1861 год).

Мембрана – это материал, который создает избирательный барьер между двумя растворами и остается непроницаемым для определен-

ных частиц, молекул или веществ и в то же время не создает помех основному потоку.

Различают 3 группы мембран: биологические, неорганические, полимерные. Природа в процессе эволюции создала биологические мембраны в качестве самого эффективного инструмента транспорта, разделения и синтеза веществ. Из неорганических мембран наиболее распространены керамические, которые изготавливают из оксида алюминия, карбида кремния и оксида циркония. Керамические мембраны устойчивы химически к воздействию агрессивных сред, термически, механически и биологически инертны. Они экологически безвредны и имеют длительный срок эксплуатации.

Полимерные мембраны возглавляют рынок в промышленной сепарации. В синтезе мембран наиболее распространены эфиры целлюлозы, полиакрилонитрил, полиамид, полиэтилен и полипропилен, поливинилхлорид.

Успешно развиваются методы электромембранной технологии: электродиализ и мембранный электролиз. Синтез мембранной науки и электрохимии был осуществлен при решении конкретной практической задачи – очистке сахара от минеральных примесей методом электродиализа, предложенным Майгротом и Сабатесом в 1890 году. Электродиализатор представлял собой электролизер, разделенный на секции пергаментной мембраной. В то время еще не было представлений об избирательности мембран. Новые идеи пришли от биологов, которые, изучая проницаемость яблочной шкурки, нашли ее предпочтительной для катионов по сравнению с анионами.

Прогресс мембранной электрохимии начался с 1950 года, когда впервые были синтезированы катионообменные мембраны, избирательно проницаемые для катионов, и анионообменные мембраны, избирательно проницаемые для анионов.

Широко используемые мембранные процессы включают микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию, обратный осмос, электролиз, диализ, электродиализ, газоразделение, паропроницаемость, первапоровацию, мембранную дистилляцию и мембранные контакторы. Все процессы за исключением первапоровации не вызывают изменение агрегатного состояния. Все процессы, исключая (электро)диализ, инициируются давлением.

Микрофильтрация и ультрафильтрация широко применяются в пищевой промышленности (микрофильтрация пива, ультрафильтрация яблочного сока), биотехнологических разработках, фармацевтической индустрии (изготовление антибиотиков, ректификация белков, удаление бактерий из молочных продуктов), очистке воды и сточных вод, микроэлектронной индустрии и прочих.

Нанофильтрация и обратный осмос главным образом используют для водоочистительных нужд.

Плотные мембраны используют для сепарации газов (удаление CO₂ или воды из природного газа, удаление азота из воздуха, удаление органических паров из воздуха или азота) и иногда в мембранной дистилляции. Позже процесс помог в сепарации азеотропных составов, снизив стоимость процессов дистилляции.

Выбор синтетической мембраны для определенного процесса разделения обычно основан на нескольких требованиях. Мембраны должны обладать достаточной пропускной способностью, чтобы обрабатывать большие объемы питающего потока. Выбранная мембрана должна иметь высокие избирательные свойства для отделяемых частиц. Она должна препятствовать засорению и иметь высокую механическую стойкость. Также она должна быть вновь воспроизводимой и иметь наименьшую себестоимость.

Литература

1. Шапошник, В. А. Мембранные методы разделения смесей веществ // Соросовский Образовательный Журнал. – 1999. – № 9. – С. 27-32.
2. Шапошник, В. А. Мембранная электрохимия // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 2. – С. 71-77.

УДК 667.6

Федоров И. А, Исаева И. Б.

Научный руководитель: Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КРАСКИ НА ЕЕ СВОЙСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЛАСТИЗОЛЕВЫХ МЯЧЕЙ

***Аннотация.** Исследованы кроющая способность пигментных паст различных производителей, а также изучены составы тампопечатных красок и влияние функциональные добавок на их свойства. Установлено, что оптимальным временем жизнеспособности и адгезией обладает краска, содержащая отвердитель. Пластизоловые мячи, изготовленные с применением модифицированной краски Marabu Tampastar TPR, характеризуются повышенными эксплуатационными свойствами.*

***Ключевые слова:** краска, пигментная паста, кроющая способность, поливинилхлорид, пластизоль.*

Пластизоль широко используется в различных отраслях промышленности: автомобилестроении, медицине, при консервации продуктов, производстве товаров народного потребления, производстве строительных материалов и детских игрушек [1]. Пластизоли – это коллоидные растворы полимеров в органических растворителях. Одной из проблем, связанной с эксплуатацией цветных изделий из пластизоля, является сохранение их окраски, которая зависит от множества факторов. Изделия из пластизоля окрашивают несколькими способами. Для окрашивания сырого пластизоля используют пигментные пасты на основе пластификаторов. Окрашивание также можно осуществлять поверх готового изделия. При этом выбор краски будет зависеть от типа окрашиваемого пластизоля и конечного назначения продукции. В связи с этим нами была исследована кроющая способность различных пигментных паст, а также подобраны и изучены краски и функциональные добавки к ним для пластизоля на основе поливинилхлорида.

Исследования проводились с пластизолем на основе эмульсионного поливинилхлорида марки Vinnolit, содержащего в качестве пластификатора диизононилфталат. Пластизоль представляет собой бесцветную вязкую жидкость, которая при нагревании переходит в прозрачное желатинированное состояние. При использовании стабилизаторов полимеризации, предотвращающих горение пластизоля при его высокотемпературном желатинировании, пластизоль не желтеет. Для изготовления цветных мячей из ПВХ-пластизоля в турбомиксер загружали ПВХ, а также пигментную пасту совместно с другими ингредиентами. В зависимости от вида пигментной пасты получали прозрачные окрашенные мячи (при использовании пигментной пасты с цветным органическим пигментом) и окрашенные непрозрачные мячи (при использовании пигментной пасты с цветным органическим пигментом и титановыми белилами в качестве кроющей базы). Эксперименты проводились с пятнадцатью образцами пигментных паст от трех производителей. Каждая паста загружалась в турбомиксер в количестве от 0,2 до 1,0 мас. % с шагом 0,2 мас. % от общей массы загружаемой смеси.

Ввод пигментных паст не был осложнен их консистенцией, распределение паст по пластизолу было равномерным. Время изготовления пластизоля в турбомиксере составляло 7 минут, время желатинирования в специальных формах при температуре 180°C – 16 минут, охлаждение форм и готовых мячей производили в водяной ванне до 60°C.

Образцы паст изготовителей 2 и 3 не содержат в своем составе титановые белила, однако визуально и на просвет видно, что образец желтой пасты фирмы изготовителя 3 более пигментирован. Явный градиент по цвету для образца 3 заметен на мячах с содержанием пигментной пасты от 0,2 до 0,6 мас. %. Последующее добавление пасты для образца 3 изменения не дает. У образцов фирм изготови-

телей 1 и 2 отчетливый градиент изменения цвета наблюдается от 0,2 до 0,8 мас. %. Таким образом, экономически выгодно использовать пасту изготовителя 3.

Изготовленные мячи в течение 14 дней изучались на мигрирование пигмента на их поверхность. Пигмент из образцов 2 мигрировал на поверхность мячей на 4-ый день после изготовления. По образцам 1 и 3 результат теста на мигрирование отрицательный. При смешении пигментной пасты 2 с пигментами других цветов также наблюдалось мигрирование пигмента.

Окрашивание мячей может производиться методом многоцветной тампопечати. Принцип работы станка для тампонной печати основывается на переносе печатного изображения с клише на запечатываемый материал с помощью специального упруго-эластичного тампона.

Для печати изображений была выбрана краска Marabu Tampastar TPR. Tampastar TPR – быстросохнущая краска: при 20°C слой краски становится сухим по истечении 60 секунд; при 30°C – через 15 секунд. Для регулирования вязкости печатной краски использовался растворитель Marabu TPV. Для проведения опытов были выбраны два типа функциональных добавок – отвердитель и жидкость для предварительной обработки изделий из пластизоля. Роль отвердителя H1 – увеличение адгезии краски. Жидкость для предварительной обработки PLR на основе органических спиртов используется для подготовки поверхности изделия для печати: обезжиривает и создает «пленку», увеличивающую адгезию краски к поверхности изделия, снижает воздействие статики.

В рецептуру пластизоля для изделий, изготавливаемых под окраску тампопечатью, добавляют пигментную пасту оксида титана, создающую белый фон. В таблице приведены результаты исследования влияния состава краски на её свойства.

Влияние состава краски на её свойства

Свойства	Варианты		
	(TPR+TPV)	(TPR+TPV+H1)	(TPR+TPV+H1+PLR)
Период жизнеспособности краски, мин	12-14	12-14	12-14
Тест на отрыв (скотч) через сутки после нанесения краски	-	+	+

Как видно из таблицы, использование отвердителя H1 и жидкости для предварительной обработки PLR не снижает период жизнеспособности краски и увеличивает адгезию краски к поверхности изделия. Опытным путем было установлено, что окрашивать лучше свежее изготовленное изделие. При испытаниях готовых изделий на прочность кра-

сочного покрытия за счет механического воздействия (истирания) наилучший результат показали изделия, обработанные жидкостью для предварительной обработки.

Литература

1. Поливинилхлорид / В. М. Ульянов, Э. П. Рыбкин, А. Д. Гуткович и др. – М.: Химия, 1992. – 288 с.

УДК 504.75.05

Хомушку С. С., Дамыймаа С. О., Монгуш Ш. С.

Научный руководитель: Кендиван О. Д-С., канд. хим. наук, доцент
Тувинский государственный университет

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В БИОСУБСТРАТАХ (НА ПРИМЕРЕ КАРА-ХОЛЬ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА)

***Аннотация.** Представлены результаты определения количественного содержания некоторых элементов из группы тяжелых металлов (Zn, Cu, Mn, Cr, Cd) в биосубстратах и применение результатов анализа для оценки степени техногенного загрязнения территории населенного пункта Кара-Холь. В качестве объекта были выбраны зоообъекты: олень и дикий кабан. Для количественного определения был использован наиболее информативный орган животного – печень. В качестве метода исследования был использован атомно-адсорбционный метод. Впервые оценено содержание Zn, Cu, Mn, Cr и Cd в печени оленя и дикого кабана. Обнаружено незначительное повышение концентрации Zn, Cu, Mn. Отмечено, что количественное содержание Cr, Cd в биосубстратах не превышает среднюю концентрацию.*

***Ключевые слова:** тяжелые металлы, цинк, кадмий, медь, атомно-адсорбционный метод, биосубстрат, Кара-Холь.*

Актуальность исследования. В Российской Федерации Тува относится к экологически благоприятным регионам. В последние годы тревогу в республике вызывают трансграничные экологические проблемы. Территория Бай-Тайгинского кожууна попадает под район падения отделяющихся частей ракетносителей «Протон». Наиболее опасным фактором негативного воздействия ракетно-космической техники на окружающую природную среду является загрязнение территории тяжелыми металлами и компонентами ракетных топлив [1,2].

Предварительные исследования содержания радона в жилых помещениях [3, 4, 5, 6, 7] и инспекции Государственного комитета эко-

логии Республики Тыва показывают присутствие в природных средах продуктов разложения компонентов ракетного топлива и токсичных веществ. Критерием экологического состояния той или иной территории может являться элементный состав биообъектов, поскольку биообъекты являются наиболее чувствительными организмами в биологической индикации тяжелых металлов.

Поэтому целью данной работы явилось определение количественного содержания некоторых элементов из группы тяжелых металлов (Zn, Cu, Mn, Cr, Cd) в биосубстратах и применение результатов анализа для оценки степени техногенного загрязнения территории населенного пункта Кара-Холь. В качестве объекта были выбраны зоообъекты: олень и дикий кабан, как часто встречающиеся звенья экологической пищевой цепочки жителей данной территории (растение – животное – человек).

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: выбрать наиболее надежный метод определения тяжелых металлов в биосубстратах на основе сравнительного изучения наиболее известных; применить атомно-адсорбционную методику определения химических элементов в биоматериалах для анализа биосубстратов; провести анализ проб биосубстратов (печени) оленя и дикого кабана; сопоставить полученные данные с литературными и определить уровень накопления тяжелых металлов в биосубстратах; использовать результаты анализа для оценки степени загрязненности территории населенного пункта Кара-Холь.

Материалы и методы исследований. В проведенной нами работе определено 5 элементов, относящихся к группе тяжелых металлов: хром, марганец, медь, кадмий, цинк. При этом для количественного определения был использован наиболее информативный орган животного – печень. В качестве метода исследования был использован атомно-адсорбционный метод.

Результаты исследований. Результаты исследования содержания тяжелых металлов в печени животных атомно-адсорбционным методом приведены в таблице.

Особенности содержания тяжелых металлов рассмотрены в сравнении с их литературными величинами.

Среднее процентное содержание тяжелых металлов в анализируемой пробе

Зоообъекты, биосубстраты	Zn %	Cu %	Mn %	Cr %	Cd %
1. кабан (печень)	$1,8 \times 10^{-2}$	$2,2 \times 10^{-2}$	$9,4 \times 10^{-4}$	$2,9 \times 10^{-5}$	$8,0 \times 10^{-4}$
2. олень (печень)	$1,9 \times 10^{-2}$	$2,2 \times 10^{-2}$	$9,3 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-5}$	$7,9 \times 10^{-4}$
Литературные данные	$1,5 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-2}$	$8,0 \times 10^{-4}$	$3,0 \times 10^{-5}$	$8,0 \times 10^{-4}$

Систематизируя данные о содержании тяжелых металлов в зоообъектах на территории местечка Кара- Холь, можно отметить следующие особенности:

- незначительное повышение содержания Zn в печени дикого кабана и оленя;
- незначительное повышение содержания Cu, Mn в печени обоих животных, что согласуется с геохимическими особенностями данного региона (повышенное содержание в составе почвы);
- различий в накоплении хрома и кадмия печенью исследованными животными не наблюдается;
- содержание цинка в печени оленя выше, чем в печени кабана. Печень оленя накапливает цинка приблизительно в 1,5 раза больше по сравнению с печенью кабана.

На основании проведенной нами работы можно сделать следующие выводы:

1. впервые оценено содержание Zn, Cu, Mn, Cr и Cd в печени оленя и дикого кабана;
2. обнаружено незначительное повышение концентрации Zn, Cu, Mn;
3. отмечено, что количественное содержание Cr, Cd в биосубстратах не превышает среднюю концентрацию;
4. полученные результаты нельзя рассматривать как окончательные для решения вопроса о загрязнении территории;
5. данные о содержании Zn, Cu, Mn, Cr, Cd в биообъектах могут быть использованы в мониторинге территории местечка Кара-Холь только с нарядом с дополнительными данными.

Литература

1. Никаноров, А. М. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах / А. М. Никаноров, А. В. Жулидов, А. Д. Покаржевский. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 312 с.
2. Попов П. А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации / П. А. Попов. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2002. – 267 с.
3. Кендиван, О. Д. С. Экологическая оценка жилых помещений Мугур-Аксы на содержание концентрации радона / О. Д. С. Кендиван, А. А. Ховалыг // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 182.
4. Кендиван, О. Д.-С. Процессы накопления радона-222 в помещениях, расположенных в сейсмоактивных зонах Тувы (на примере Монгун-Тайги) / О. Д. С. Кендиван, А. А. Ховалыг // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11. – Ч. 7. – С. 1344-1346.
5. Кендиван, О.Д.-С. Объемная активность радона в воздухе зданий дошкольных учреждений / О. Д.-С. Кендиван, А. Т. Куулар // Вестн. Ом. ун-та. – 2014. – № 2. – С. 76-78.

6. Кендиван О. Д. С. Экспериментальные исследования радона в жилых помещениях поселка Кара-Хаак / О. Д.-С. Кендиван // Научные достижения и открытия современной молодёжи: сборник статей II Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. – С. 14-16.

7. Ондар, А. А. Объемная активность радона в жилых помещениях населенного пункта Тээли / А. А. Ондар, Ч. Н. Ооржак, О. Д.С. Кендиван // Актуальные проблемы исследования этноэкологических и этнокультурных традиций народов Саяно-Алтая: матер. II междунар. науч.-практич. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Кызыл: ФГБОУ ВПО «Тувинский государственный университет», 2014. – С. 145-146.

УДК 52

Храмов С. В., Силкина О. В.

Научный руководитель: Силкина О. В., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНТЕЗА МОНОСАХАРОВ В ЧАСТИЦАХ МЕЖЗВЕЗДНОГО ЛЬДА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

***Аннотация.** Газопылевое облако, которое вращается вокруг молодой звезды. В таких облаках частицы пыли, покрытые «мантиями» из водяного льда с примесью метанола и аммиака, могут служить фабриками по производству разнообразных органических молекул.*

***Ключевые слова:** рибоза, химия космоса, абиогенный синтез, межзвездное вещество, ультрафиолет.*

В космосе обнаружены разнообразные органические вещества, однако о механизмах их формирования известно немного. Астрофизики и химики из Франции, Дании и Мексики экспериментально показали, что в условиях, имитирующих ранние стадии формирования планетных систем, в водяном льду с примесью метанола и аммиака под действием ультрафиолетового излучения образуются всевозможные углеводы, включая рибозу – важнейшую составную часть РНК. Авторы предполагают, что химический процесс, приводящий к синтезу этих углеводов, схож с автокаталитической реакцией Бутлерова, хотя и не нуждается в присутствии двухвалентных ионов металлов.

Такой синтез возможен не только в вулканических источниках или в атмосфере планет, но и в открытом космосе, где органические вещества – совсем не редкость. Простейшие органические молекулы есть в межзвездном газе; в метеоритах определенного типа (углистых хондритах,

которые считаются остатками первичного вещества протопланетного диска), найдена разнообразная и довольно сложная органика, в том числе аминокислоты и азотистые основания. Это говорит о том, что молодая Земля с самого начала могла иметь в своем составе немало органических веществ (и периодически получать дополнительные порции из космоса).

На роль главной космической «фабрики» по производству органики уверенно претендует космическая пыль, входящая в состав молекулярных облаков, из которых формируются звезды, и протопланетных дисков. Считается, что на ранних этапах формирования планетных систем синтез органики происходит под действием ультрафиолетового излучения в ледяных «мантиях», покрывающих силикатные или углеродистые частицы космической пыли.

В состав этого «докометного льда» (*precometary ice*) входят, помимо воды, метанол (CH_3OH), аммиак (NH_3) и ряд других веществ. Исследователи уже научились моделировать в лаборатории процессы, происходящие в таком льду в условиях, приближенных к реальным космическим, то есть при крайне низких температурах и давлениях. Ранее уже было показано, что под действием ультрафиолета в замороженной смеси воды, метанола и аммиака образуются разнообразные аминокислоты.

Астрофизики и химики из Франции, Дании и Мексики сообщили об очередном успехе на пути к пониманию органической химии космоса. Авторы облучали ультрафиолетом в вакууме тонкий слой искусственного «докометного льда», состоящего из воды, метанола и аммиака в пропорции 10:3,5:1, охлажденного до температуры 78 К (-195°C). Полученную смесь веществ нагревали до комнатной температуры (при этом тоже, конечно, могли происходить какие-то химические реакции) и анализировали при помощи мощнейшей современной методики: двухмерной газовой хроматографии – времяпролетной масс-спектрометрии.

В подобных экспериментах обычно труднее всего даже не синтезировать интересные органические вещества, а, во-первых, точно их идентифицировать, во-вторых – доказать, что обнаруженное вещество не проникло извне в результате случайного загрязнения. С первой задачей исследователи справляются всё лучше при помощи постоянно развивающихся аналитических методов. Вторую проблему авторы обсуждаемой статьи решили при помощи изотопной метки: метанол, единственный источник углерода в их системе, содержал только один тяжелый изотоп углерода ^{13}C , в природе составляющий лишь 1% от общего количества атомов углерода (остальные 99% в основном приходятся на легкий изотоп ^{12}C). Весь углерод в синтезированных сахарах представлен тяжелым изотопом, что доказывает их аутентичность.

Судя по набору получившихся молекул, химический процесс, происходящий в «докометном льду» под действием ультрафиолета, похож на знаменитую автокаталитическую реакцию Бутлерова. Как и в реакции

Бутлерова, в ходе эксперимента наряду с сахарами синтезировались сахарные спирты и сахарные кислоты, а также молекулы с разветвленными углеродными цепями – гидроксиметилглицерол и гидроксиметилтетритол. Правда, в отличие от классической реакции Бутлерова, процессы, происходящие в «докометном льду» под действием ультрафиолета, не нуждаются в присутствии двухвалентных ионов металлов, таких как Ca^{2+} .

Авторы придают большое значение тому факту, что среди полученных веществ в заметном количестве присутствует рибоза – ключевой компонент сахарофосфатного скелета РНК. До недавних пор абиогенный синтез рибозы считался обязательным этапом абиогенного синтеза рибонуклеотида-составных блоков РНК. Правда, в 2009 году был найден замечательный «обходной путь», позволяющий в правдоподобной обстановке получить рибонуклеотиды, минуя стадию свободной рибозы.

Тем не менее, демонстрация возможности синтеза разнообразных сахаров в крупницах межзвездного льда имеет большое значение для пребиотической химии. Полученные результаты в целом хорошо согласуются с тем, что астрофизикам уже удалось узнать об органической химии космоса в ходе изучения межзвездного газа, метеоритов и комет.

Литература

1. Cornelia Meinert, Iuliia Myrgorodska, Pierre de Marcellus, Thomas Buhse, Laurent Nahon, Søren V. Hoffmann, Louis Le Sergeant d'Hendecourt, Uwe J. Meierhenrich. Ribose and related sugars from ultraviolet irradiation of interstellar ice analogs // *Science*. 2016. V. 352. P. 208-212.

УДК 678.063

Царева Л. Ю.

Научные руководители: Ушмарин Н. Ф., канд. техн. наук;

Кольцов Н. И., д-р хим. наук, профессор

Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА РЕЗИНЫ НА ОСНОВЕ ЭТИЛЕН-ПРОПИЛЕНОВОГО КАУЧУКА

Аннотация. *Исследовано влияние технологических добавок на реометрические, физические и термические свойства резины на основе этилен-пропиленового каучука СКЭПТ-40. Показано, что технологические добавки положительно влияют на реометрические свойства резиновой смеси, повышают эластичность и термостойкость вулканизатов на её основе.*

Ключевые слова: технологические добавки, реометрические и физико-механические свойства, термостойкость, резина.

Для регулирования свойств резиновых смесей и резино-технических изделий используются технологические добавки. Технологические добавки облегчают изготовление и переработку резиновых смесей и улучшают ряд технологических и технических свойств резин [1]. К технологическим добавкам относятся жирные органические кислоты и их цинковые и кальциевые соли. В работах [2-5] исследовано влияние различных технологических добавок на свойства резин на основе бутадиен-нитрильных каучуков. Представляет интерес изучить влияние технологических добавок на свойства резин на основе других каучуков. В связи с этим нами исследовалось влияние технологических добавок MA-L22, Структол WS180, Zincolet 222 и Структол A89, представляющих собой смесь насыщенных жирных кислот с их сложными эфирами на свойства резиновой смеси и её вулканизаторов на основе этиленпропиленового каучука СКЭПТ-40 с перекисной системой вулканизации. В таблице приведены варианты резиновой смеси (вариант 1 без технологических добавок; варианты 2-5 содержали технологические добавки MA-L22, Структол WS180, Zincolet 222 и Структол A89 в количестве 3 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука).

Варианты резиновой смеси

Технологические добавки	Варианты (мас. ч.)				
	1	2	3	4	5
MA-L22	-	+	-	-	-
Структол WS180	-	-	+	-	-
Zincolet 222	-	-	-	+	-
Структол A89	-	-	-	-	+

Резиновую смесь готовили путем смешения каучука с ингредиентами на лабораторных вальцах ЛБ 320 150/150. Для полученной резиновой смеси на реометре MDR 3000 при 150°C в течение 15 мин снимались реометрические свойства. Установлено, что все технологические добавки увеличивают время начала и оптимальное время вулканизации. Вариант резиновой смеси, содержащий Zincolet 222, характеризуется наименьшим значением минимального и наибольшей величиной максимального крутящего момента, а также повышенной скоростью вулканизации.

Варианты резиновой смеси также исследовались методами дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) ана-

лиза. Из данных ДТА следует, что температурный интервал вулканизации одинаков для всех вариантов резиновой смеси. Деструкция вулканизатов всех пяти вариантов резиновой смеси протекает при температуре порядка 450°C и идет практически с одинаковой потерей массы.

В дальнейшем резиновую смесь вулканизовали в двухэтажном гидравлическом электрообогреваемом вулканизационном прессе ВП-400-2Э при 150°C в течение 40 мин. Для полученных вулканизатов исследовались физико-механические свойства и их изменение после суточного термического старения на воздухе. Из физико-механических свойств вулканизатов следует, что введение технологических добавок в резиновую смесь приводит к увеличению относительного удлинения вулканизатов при разрыве и незначительному изменению условной прочности при растяжении и твердости. Исследование изменений физико-механических свойств вулканизатов резиновой смеси после старения на воздухе показывает, что свойства вулканизатов, содержащих технологические добавки, изменяются в меньшей мере, чем для вулканизата без этих добавок.

Таким образом, технологические добавки положительно влияют на реометрические свойства резиновой смеси на основе этиленпропиленового каучука, повышают её эластичность и термостойкость вулканизатов на воздухе.

Литература

1. Прокопчук, Н. Р. Технологические активные добавки в составе эластомерных композиций / Н. Р. Прокопчук, С. Н. Каюшников, К. В. Вишневский // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2. №3. – С. 6-23.
2. Сандалов, С. И. Влияние технологических активных добавок на свойства высоконаполненных резин на основе БНК и ГБНК / С. И. Сандалов, Н. Ф. Ушмарин, Н. И. Кольцов // Всероссийская научная конференция «Теоретические и экспериментальные исследования процессов синтеза, модификации и переработки полимеров». Уфа, 2-5 октября 2013. Сб. тезисов. – С. 145-146.
3. Влияние технологической добавки РС-1 на упруго-прочностные свойства резин на основе БНК / Ю. В. Васильева, А. И. Хасанов, Н. Ф. Ушмарин и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. № 18. – С. 154-157.
4. Исследование влияния технологических добавок на свойства резины на основе бутадиен-нитрильного каучука / Е. М. Портнова, И. Е. Терентьева, Е. Н. Егоров // 69-я Всерос науч.-техн. конф студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием Ярославского госуд. технич. ун-та. Ярославль, 20 апреля 2016. Сб. материалов. – С. 344-346.
5. Влияние технологических добавок на свойства резины на основе бутадиен-нитрильного каучука / И. С. Спиридонов, Н. Ф. Ушмарин, Е. Н. Егоров и др. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2017. – Т. 60. Вып. 10. – С. 53-57.

Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 539.376

Богданова А. А.

Научный руководитель: Бастракова М. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЦИФРОВАЯ ТРАНКИГОВАЯ СИСТЕМА СТАНДАРТА TETRA ДЛЯ ВЕДОМСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

***Аннотация.** Описано применение транкиговой системы стандарта Tetra для ведомственных предприятий и корпоративных сетей.*

***Ключевые слова:** транкинг, цифровая радиосвязь, каналы, tetra.*

Цель работы: изучить особенности применения систем стандарта Tetra, ознакомиться с основными понятиями и структурой транкинговой радиосвязи.

Системы транкинговой радиосвязи представляют собой радиально-зонавые системы подвижной УКВ-радиосвязи, осуществляющие автоматическое распределение каналов связи ретрансляторов между абонентами.

С помощью средств транкинговой радиосвязи, позволяющих существенно повысить оперативность принятия решений, наилучшим образом реализуются различные государственные, корпоративные и ведомственные системы управления.

Можно выделить четыре основных категории пользователей транкинговых систем.

1. силовые структуры и службы общественной безопасности (армия, полиция, спецслужбы, пожарные и т. д.);
2. органы федерального и муниципального управления (аппараты центральных ведомств, администрации городов, муниципальные правоохранительные органы, аварийные службы, службы коммунального хозяйства);
3. крупные корпоративные пользователи (энергетические, строительные транспортные компании и др.);

4. коммерческие пользователи (торговые и сервисные предприятия).

Системы Tetra обеспечивают возможность работы в очень широком диапазоне (150-900 МГц). Транкинговая система данного стандарта использует цифровую технологию TDMA 25 кГц (многостанционный доступ с временным разделением каналов). То есть на одной частоте образуется 4 логических канала (слота), которые используются независимо от индивидуальных вызовов, что обеспечивает четырехкратное повышение эффективности использования частотного ресурса, а также позволяет получить вызов в режиме полного дуплекса или высокоскоростную передачу данных.

Стандарт Tetra определяет два типа услуг:

1. телекоммуникационные услуги (Teleservice) – все типы услуг, связанные с передачей речевой информации между абонентами;

2. услуги по передаче данных (Bearer Service) – возможности по передаче данных между абонентами сети, за исключением функции передачи голоса.

Транковые системы состоят из следующего набора возможностей, таких как индивидуальные, групповые и вещательные вызовы, а также в приоритете статусные сообщения.

Особенности системы Tetra:

- время установления соединения 300 мс;
- симплексный и дуплексный режимы работы;
- протокол гарантирует устойчивую радиосвязь при движении со скоростью до 200 км/час;
- предустановленные статусные сообщения (более 32 000 значений), изменяемые пользователем сообщения длиной до 2047 бит;
- независимость от частотного диапазона.

Инфраструктура Tetra масштабируется от односайтовой системы, покрывающей территорию небольшого района, до широкозонной сети, охватывающей территорию целого государства. Платформа Tetra была разработана с таким расчетом, чтобы обеспечить наиболее простое расширение зоны покрытия при добавлении новых зон, базовых станций и дополнительных ресурсов инфраструктуры при минимальных изменениях в уже установленном оборудовании.

Схема организации связи с использованием аппаратуры и оборудования стандарта Tetra приведена на рисунке.

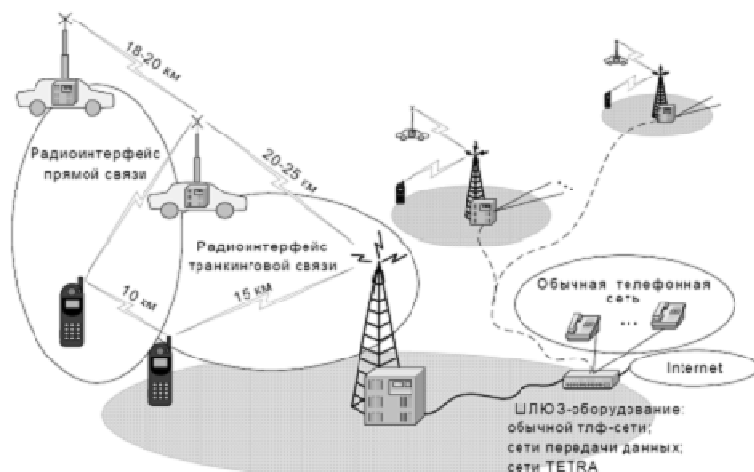


Схема организации связи стандарта Tetra

Таким образом, транкинговая система стандарта Tetra предоставляет абонентам увеличенную степень защиты передаваемой информации, высокий уровень услуг связи, гибкую адресацию, разнообразные режимы передачи данных, выравнивание качества обслуживания по всей зоне покрытия, возможности интеграции с другими цифровыми сетями. Следует добавить, что процесс отработки системных, схемотехнических, конструктивных решений цифровой транкинговой связи идет не только высокими темпами, но и широким фронтом. Во многих странах Европы (Бельгии, Великобритании, Дании, Нидерландах, Норвегии, Финляндии и др.) в последние годы активно ведется опытная эксплуатация систем Tetra, которая в ряде случаев перешла в стадию полноценного функционирования.

Литература

- 1 Соколов, А. В. Альтернатива сотовой связи: транкинговые системы / А. В. Соколов, В. И. Андрианов. – СПб.: БХВ – Петербург; Арлит, 2002. – 448 с.
- 2 Катунин, Г. П. Телекоммуникационные системы и сети: Радиосвязь, радиовещание, телевидение: учебник для вузов по спец. «Радиотехника» / Г. П. Катунин, Г.В. Мамчев, В. П. Шувалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 672 с.

Викторов А. А.

Научные руководители: Ильин А. А., канд. техн. наук, доцент;

Ильина И. И., канд. физ.-мат. наук, доцент;

Васильева Л. Н., канд. пед. наук.

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСЧЕТА RLC-ЦЕПЕЙ С СИНУСОИДАЛЬНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Аннотация. В статье рассматривается применение навыка работы с комплексными числами при решении цепи, содержащей синусоидальные источники, с проверкой систем уравнений в математической среде Mathcad.

Ключевые слова: комплексные числа, математическое моделирование, матричное исчисление, программные обучающие продукты, теоретические основы электротехники, уравнения линейной алгебры, электрические цепи, Mathcad.

Студенту технических направлений подготовки в результате применения всевозможных способов решения задачи приходится часто иметь дело с громоздкими системами уравнений [1]. Для их решения можно воспользоваться готовыми калькуляторами [3, 4], системой компьютерного моделирования Mathcad или другими решателями [2]. Для решения цепи можно воспользоваться: правилами Кирхгофа, методом контурных токов или методом узловых потенциалов [5]. Все эти правила применимы и к комплексным величинам.

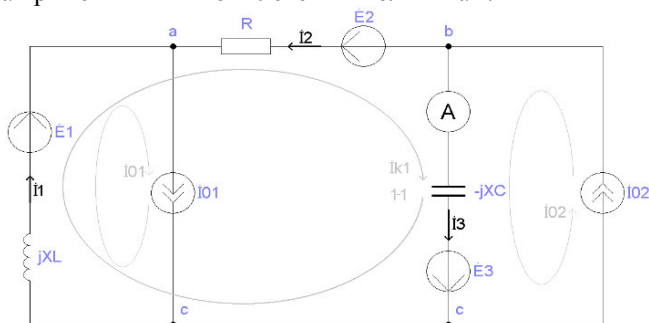


Рис. 1. RLC цепь

Параметры цепи (рис. 1) следующие: $\dot{E}_1 = j100 \text{ В}$, $\dot{E}_2 = 50 + j50 \text{ В}$,
 $\dot{E}_3 = 100 - j100 \text{ В}$, $\dot{I}_{01} = 2 + j2 \text{ А}$, $\dot{I}_{02} = 5 - j5 \text{ А}$,
 $R = X_L = X_C = 10 \text{ Ом}$.

Для данной цепи система уравнений, по правилам Кирхгофа выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_{01} = 0 & \text{узла а} \\ \dot{I}_{02} - \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 & \text{узел б} \\ jX_L \cdot \dot{I}_1 - R \cdot \dot{I}_2 - jX_C \cdot \dot{I}_3 = \dot{E}_1 - \dot{E}_2 + \dot{E}_3 & \text{контур 1 - 1.} \end{cases}$$

По методу контурных токов получаем одно уравнение для контурного тока $\dot{I}_{k1}$:

$$(R + jX_L - jX_C) \cdot \dot{I}_{k1} + jX_L \cdot \dot{I}_{01} - jX_C \cdot \dot{I}_{02} = \dot{E}_1 - \dot{E}_2 + \dot{E}_3.$$

В методе узловых потенциалов имеем систему из двух уравнений для узлов b и c , и с нулевой точкой $\dot{\phi}_a = 0$:

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{jX_C} \right) \cdot \dot{\phi}_b - \left(-\frac{1}{jX_C} \right) \cdot \dot{\phi}_c = -\frac{1}{R} \cdot \dot{E}_2 + \frac{1}{jX_C} \cdot \dot{E}_3 + \dot{I}_{02} \\ \left(-\frac{1}{jX_C} + \frac{1}{jX_L} \right) \cdot \dot{\phi}_c - \left(-\frac{1}{jX_C} \right) \cdot \dot{\phi}_b = -\frac{1}{jX_L} \cdot \dot{E}_1 - \frac{1}{jX_C} \cdot \dot{E}_3 + \dot{I}_{01} - \dot{I}_{02} \end{cases}$$

Проверить правильность систем можно в среде математического моделирования Mathcad. Для этого нужно задать известные параметры и применить инструмент solve (для случая МКТ (рис. 3)). Оставшиеся две системы решим через матрицы (рис. 2 и рис. 4).

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & -1 \\ j \cdot XL & -R & -j \cdot XC \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} I01 \\ -I02 \\ E1 - E2 + E3 \end{pmatrix}$$

$$Ik1 := A^{-1} \cdot B = \begin{pmatrix} 14 \\ -12 + 2i \\ 17 - 7i \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Решение цепи по правилам Кирхгофа в Mathcad

$$\begin{aligned} Ik1 &:= (R + j \cdot XL - j \cdot XC) Ik1 + j \cdot XL \cdot I01 - j \cdot XC \cdot I02 = E1 - E2 + E3 \text{ solve} \rightarrow 12 - 2j \\ II1 &:= Ik1 + I01 = 14 \\ II2 &:= -Ik1 = -12 + 2j \\ II3 &:= Ik1 + I02 = 17 - 7j \\ II A2 &:= \sqrt{\text{Re}(II3)^2 + \text{Im}(II3)^2} = 18.385 \end{aligned}$$

Рис. 3. Решение цепи по методу контурных токов в Mathcad

$$\begin{aligned}
\Upsilon &:= \begin{bmatrix} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{j \cdot XC} \right) & \left(\frac{1}{j \cdot XC} \right) \\ \left(\frac{1}{j \cdot XC} \right) & \left(-\frac{1}{j \cdot XC} + \frac{1}{j \cdot XL} \right) \end{bmatrix} \quad I_{vv} := \begin{pmatrix} -\frac{1}{R} \cdot E2 + \frac{1}{j \cdot XC} \cdot E3 + I02 \\ -\frac{1}{j \cdot XL} \cdot E1 - \frac{1}{j \cdot XC} \cdot E3 + I01 - I02 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} \varphi b \\ \varphi c \end{pmatrix} &:= \Upsilon^{-1} \cdot I_{vv} = \begin{pmatrix} -170 - 30i \\ 40i \end{pmatrix} \quad \text{III1} := \frac{\varphi c - \varphi a + E1}{j \cdot XL} = 14 \\
\text{III2} &:= \frac{\varphi b - \varphi a + E2}{R} = -12 + 2i \\
\text{III3} &:= \frac{\varphi b - \varphi c + E3}{-j \cdot XC} = 17 - 7i
\end{aligned}$$

Рис. 4. Решение цепи по методу узловых потенциалов в Mathcad

Сравнив между собой все решения, можно судить о верности полученных систем. Также можно сделать вывод о том, что наиболее удобным вариантом для решения цепей синусоидального режима является МКТ, а также правила Кирхгофа и МУП в матричной форме.

Литература

1. Ильина, И. И. Развитие математических компетенций у студентов технического профиля / И. И. Ильина, Е. В. Володина // Математические модели и их приложения: сборник научных трудов. – Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 2017. – С. 110-118.
2. Ильина, И. И. Формирование компетентности в области информационных и коммуникационных технологий у бакалавров направления радиотехники и автоматики / И. И. Ильина // Сборник докладов и научных статей Всероссийской научно-практической конференции (посвящается 50-летию Чувашского государственного университета им. И. Н. Ульянова). – Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 2018. – С. 481-486.
3. ПолUTOва, Н. А. Перевод вещественных чисел из восьмеричной системы в шестнадцатеричную и обратно / Н. А. ПолUTOва, Л. Н. Васильева // Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем: материалы XII Всероссийской научно-технической конференции. – Чебоксары, 2017. – С. 378-382.
4. Чепчугов, В. А. Разработка приложения «Представление вещественных чисел в памяти ЭВМ» / В. А. Чепчугов, Л. Н. Васильева // Сборник научных трудов молодых ученых и специалистов. – Чебоксары, 2017. – С. 92-96.
5. Ильин, В. А. Теоретические основы электротехники. Теория линейных электрических цепей: конспект лекций / В. А. Ильин, Н. С. Ефимов, Ю. Я. Лямец. – Чебоксары: изд-во Чуваш. ун-та, 1999. – С. 28.

Данилова М. А., Федоров Б. А.

Научный руководитель: Шущенцов Н. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК ТИТАНА ПРИ МАГНЕТРОННОМ НАПЫЛЕНИИ

***Аннотация.** Представлен график изменения толщины тонких пленок титана при магнетронном напылении от времени воздействия.*

***Ключевые слова:** магнетронное напыление, тонкие пленки титана, толщина пленки, время воздействия.*

Введение

Рост научного интереса к тонкопленочным материалам [1, с. 147] обусловлен специфичностью их физико-химических свойств, связанных с малой толщиной и размерным эффектом. Однако планирование свойств тонких пленок наряду с прикладными задачами позволяет решать и фундаментальные материаловедческие задачи, связанные с разработкой и оптимизацией режимов термической обработки пленок титана. Так, одной из фундаментальных проблем современного магнетронного напыления тонких пленок является выбор оптимальных параметров процесса напыления.

Методика эксперимента

Пленки титана наносились магнетронным напылением в вакууме на подложку из стекла. Применялась установка магнетронного распыления УМП-71 с неодимовой магнитной системой, водяной системой охлаждения колпака вакуумной камеры, встроенным изолированным анодом и подачей газа в зону распыления. Напыление производилось на неподвижной подложке при напуском давлении в камеру газа аргона 1Па. Возбуждение разряда в камере магнетрона производилось при напряжении 500В и силе тока 1А. Для улучшения процесса образования пленок вакуум в камере был нагрет до 100 °С. В качестве материала катода использовалась титановая мишень с содержанием примесей не более 0,01%. Измерение толщины пленок производилось на сканирующем зондовом микроскопе NTEGRA PRIMA.

Результаты и обсуждение

При сканировании на зондовом микроскопе были получены 3D изображения тонких пленок титана, показанные на рис. 1.

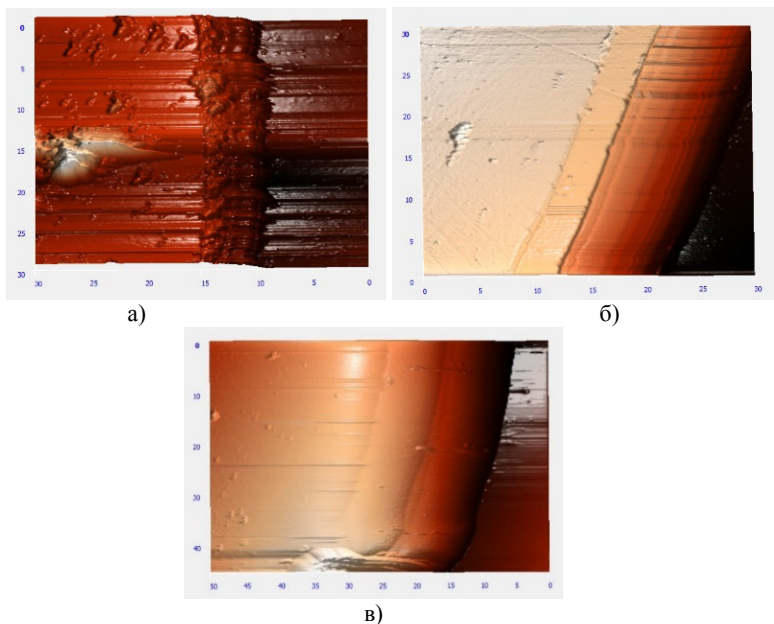


Рис. 1. Изображения пленок титана при времени воздействия:
а) 5 мин, б) 10 мин, в) 15 мин

После определения толщины пленок была составлена зависимость от времени напыления, представленная на рис. 2.

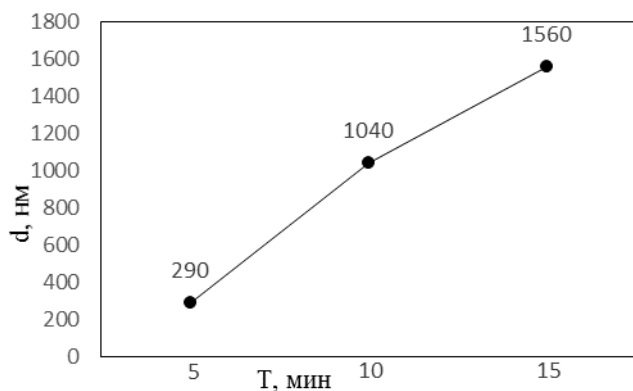


Рис. 2. Зависимость толщины пленок (d) титана от времени напыления (T)

Как видно на графике, появляется возможность планирования толщины пленки от времени напыления, поэтому, если необходимая

толщина находится в приведенных параметрах, велика вероятность получения пленки с заданным строением [2, с. 94].

Заключение

Представленные данные по изменению значений пленок титана могут быть использованы для практических оценок зависимости толщины напыляемого слоя от времени применительно к любому магнетронному распылительному устройству. Для этого достаточно определить значение одного из параметров, приведенных на рис. 2.

Таким образом, эту зависимость можно использовать для получения пленок титана определенной толщины или для сравнения магнетронов с учетом требуемых эксплуатационных условий при выборе наилучшего.

Литература

1. Рогов, А. В. Факторы, определяющие эффективность магнетронного распыления. Критерии оптимизации / А. В. Рогов, Ю. В. Капустин, Ю. В. Мартыненко // Журнал технической физики. – 2015. – № 85 (вып. 2). – С. 126-134.
2. Сушенцов, Н. И. Основы технологии микроэлектроники. Лабораторный практикум / Н. И. Сушенцов, В. Е. Филимонов. – Йошкар-Ола: издательство МарГТУ, 2004. – 155 с.

УДК 539.376

Ильин С. В.

Научный руководитель: Бастракова М. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА БЕСПРОВОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ WI-FI

Аннотация. *В настоящее время развитие традиционных коммутационных систем практически прекращено. В основном, идет процесс адаптации к сетям нового поколения. Для максимального захвата рынка и значительного увеличения доходов от услуг телекоммуникаций требуется не только модернизация телекоммуникационной сети, но и внедрение новых технологий, необходимое для предоставления всего спектра современных услуг для всех абонентов.*

Ключевые слова: *Wi-Fi, беспроводные локальные сети.*

Термин Wi-Fi не является техническим, но активно применяется современными пользователями. Под аббревиатурой Wi-Fi (от английского

словосочетания Wireless Fidelity, которое можно дословно перевести как высокая точность беспроводной передачи данных) в настоящее время понимается целое семейство стандартов передачи цифровых потоков данных по радиоканалам. Другими словами, под термином Wi-Fi пользователи подразумевают технологии беспроводных локальных сетей – Wireless Local Area Network (WLAN, Wireless LAN). Эти технологии позволяют объединять компьютеры в локальные сети без помощи проводов и подключать их к Интернету. Наиболее правильное определение термина Wi-Fi – это торговая марка консорциума Wi-Fi Alliance – объединения крупнейших производителей компьютерной техники и беспроводных устройств Wi-Fi. Эта организация курирует коммерческое развитие технологии Wi-Fi на базе стандартов, разработанных и ратифицированных институтом IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers), (группа стандартов 802.11). Одной из задач консорциума является тестирование оборудования различных производителей на предмет совместимости и корректности работы устройств друг с другом. При полном соответствии оборудования всем предъявляемым Wi-Fi Alliance требованиям производитель может разместить на упаковке информацию о его сертификации. Компания D-Link является постоянным членом консорциума Wi-Fi Alliance.

Беспроводные технологии получают с каждым годом все большее развитие. Уже никого не удивляет наличие сетей Wi-Fi в транспорте, в зонах отдыха, кафе и на вокзалах. Беспроводные сети особенно эффективны на предприятиях, где сотрудники во время рабочего дня активно перемещаются по территории с целью обслуживания клиентов или сбора информации (крупные склады, агентства, офисы продаж, учреждения здравоохранения и др.).

Беспроводные локальные сети имеют ряд преимуществ перед проводными локальными сетями:

- быстрое развертывание, что очень удобно в условиях работы вне офиса (например, при проведении презентаций); легкое перемещение пользователей мобильных устройств при подключении к локальным беспроводным сетям в рамках действующих зон сети без разрыва соединения благодаря функции роуминга между точками доступа;
- мобильность пользователей. Особую актуальность данное качество приобретает при использовании мобильных устройств, не имеющих подключения и к сетям электропитания;
- отсутствие необходимости монтажа кабельной системы. Эта характеристика выгодно отличает беспроводные локальные сети от своих кабельных аналогов в тех случаях, когда монтаж кабельной системы является затруднительным или нецелесообразным.

- простота подключения пользовательских устройств. Беспроводные сети упрощают такое подключение, так как не требуют выполнения каких-либо операций физического подключения, а также избавляют пользователей и администраторов сети от необходимости согласования параметров используемых кабелей, разъемов подключения и др.

- низкая скорость передачи данных по сравнению с кабельными сетями аналогичного поколения. Несмотря на постоянное развитие беспроводных сетей, их характеристики, тем не менее, всегда уступают аналогичным характеристикам, развивающимся в те же годы кабельным сетям. Так, по скорости передачи данных современные беспроводные сети значительно превосходят сети Ethernet первых поколений, но современным сетям Ethernet они, тем не менее, существенно уступают.

- высокая уязвимость сети в плане обеспечения безопасности. Данный недостаток обусловлен тем, что радиоэфир, используемый для беспроводной передачи данных, является открытой средой, доступной для прослушивания третьей стороной. Данная проблема решается шифрованием трафика, однако это применимо не всегда и в любом случае не исключает принципиальной возможности перехвата пересылаемых данных.

- низкая предсказуемость зоны покрытия сети. На распространение сигнала беспроводной сети влияет множество факторов – затухание и отражение сигнала из-за различных препятствий, которые влияют на качество подключения в пределах некоторой территории.

- создание помех другим устройствам и сетям передачи данных. Так как оборудование сетей Wi-Fi осуществляет передачу данных через радиоэфир, то такая передача может оказывать негативное влияние на другие электронные устройства и сети передачи данных. По этой причине, в частности, во многих странах законодательство жестко регулируется перечень частот, используемых сетями Wi-Fi, ограничиваются мощности передатчиков и области применения указанных сетей.

Литература

1. Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi: учебное пособие / Е. В. Смирнова, А. В. Пролетарский и др.; под общ. ред. А. В. Пролетарского. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – 446 с.

2. Пролетарский, А. В. Беспроводные сети Wi-Fi / А. В. Пролетарский, И. В. Баскаков, Д. Н. Чирков. – М.: Интуит, 2017. – 177 с.

3. Гейер, Д. Беспроводные сети. Первый шаг / Д. Гейер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 192 с.

Ким О. А.

Научный руководитель: Бастракова М. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СЕТИ, ТЕХНОЛОГИИ LTE В Г. УРЕНЬ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной работе представлен расчет пропускной способности сети.

Ключевые слова: базовые станции, LTE, скорость, сеть, число каналов, пропускная способность.

Для определения емкости сети необходимо рассчитать спектральную эффективность соты. Спектральная эффективность – отношение скорости передачи данных на 1 Гц используемой полосы частот (бит/с/Гц). Для сети LTE, при использовании частотного дуплекса, средняя спектральная эффективность восходящего канала (UL) равна 1,829 бит/с/Гц, для нисходящего (DL) – 4,48 бит/с/Гц.

Средняя пропускная способность одного сектора может быть вычислена по формуле:

$$R = S \cdot W. \quad (1)$$

Для линии *uplink* пропускная способность равна:

$$R = 1,829 \cdot 10 = 18,29 \text{ Мбит/с.}$$

Для линии *downlink*:

$$R = 4,48 \cdot 10 = 44,8 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность базовой станции (*eNB*) определяется умножением количества секторов на пропускную способность одного сектора. Количество секторов одной *eNB* равно трем.

$$R_{eNB} = R \cdot 3, \text{ Мбит/с.} \quad (2)$$

Для *uplink*:

$$R_{eNB} = 18,29 \cdot 3 = 54,87 \text{ Мбит/с.}$$

Для *downlink*:

$$R_{eNB} = 44,8 \cdot 3 = 134,4 \text{ Мбит/с.}$$

Далее рассчитывается число сот в сети, для этого определяется число каналов, выделенных для сети.

Общее число каналов вычисляется по формуле:

$$N_K = \frac{\Delta f_{\Sigma}}{\Delta f_K} \text{ (каналов)}. \quad (3)$$

Общее число каналов:

$$N_K = \frac{71000}{180} = 395 \text{ (каналов)}.$$

Число каналов, необходимых для обслуживания абонентов в одном секторе одной соты вычисляется по формуле:

$$N_{K.CEK} = \frac{N_K}{N_{KL} \times M_{CEK}} \text{ (каналов)}. \quad (4)$$

Число каналов в одном секторе:

$$N_{K.CEK} = \frac{395}{3 \cdot 3} = 43 \text{ (канала)}.$$

Число каналов трафика в одном секторе одной соты определяется в соответствии со стандартом радиодоступа:

$$N_{KT.CEK} = N_{KT1} \cdot N_{K.CEK} \text{ (каналов)}, \quad (5)$$

где $N_{KT.CEK}$ – каналы трафика в одном секторе;

N_{KT1} – число каналов трафика в одном радиоканале, для *OFDMA* от одного до трех, принимается равным одному.

Число каналов трафика в одном секторе одной соты:

$$N_{KT.CEK} = 1 \cdot 43 = 43 \text{ канала}.$$

Допустимая нагрузка принимается равной 50 Эрл.

Количество абонентов, которых способна обслуживать одна базовая станция определяется по формуле:

$$N_{AB.eNB} = M_{CEK} \cdot \frac{A_{CEK}}{A_1}, \quad (6)$$

где $N_{AB.eNB}$ – количество абонентов, обслуживаемых одной *eNB*;

M_{CEK} – количество секторов *eNB*, равное трем;

A_{CEK} – допустимая нагрузка в секторе одной соты

A_1 – средняя абонентская нагрузка от одного абонента, принимается равной 0,05 Эрл.

$$N_{AB.eNB} = 3 \cdot \frac{50}{0,05} = 3000 \text{ человек}.$$

Необходимое число базовых станций рассчитывается по формуле:

$$N_{eNB} = \frac{N_{AB}}{N_{AB.eNB}}, \quad (7)$$

где N_{eNB} – необходимое число базовых станций;

N_{AB} – потенциальное количество абонентов;

$N_{AB.eNB}$ – количество абонентов, обслуживаемых одной eNB.

Количество абонентов ОАО «Мегафон» в городе Урень составляет 35 % от населения и равняется:

$$N_{AB.ОБЩ} = 12137 \cdot 0,35 = 4247 \text{ человек.}$$

Предположительно, 30% подключат высокоскоростной интернет. Тогда потенциальное количество абонентов будет равно:

$$N_{AB} = 4247 \cdot 0,3 = 1274 \text{ человек.}$$

Необходимое количество базовых станций:

$$N_{eNB} = \frac{1274}{3000} = 0,425, \text{ т. е. } 1 \text{ (eNB).}$$

Средняя пропускная способность сети определяется формулой:

$$R_N = (R_{eNB.(UPLINK)} + R_{eNB.(DOWNLINK)}) \cdot N_{eNB}, \text{ (Мбит/с)}, \quad (8)$$

где R_N – пропускная способность сети (Мбит/с);

R_{eNB} – пропускная способность базовой станции (Мбит/с)

N_{eNB} – число базовых станций.

Пропускная способность сети:

$$R_N = (18,29 + 44,8) \cdot 1 = 189,27 \text{ Мбит/с.}$$

Литература

1. Кааринен, Х. Сети *UMTS*. Архитектура, мобильность, сервисы / Х. Кааринен; пер. с эстон. – М.: Техносфера, 2007. – 110 с.
2. Гельгор, А. Л. Технология *LTE* мобильной передачи данных: учебное пособие / А. Л. Гельгор. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 188 с.
3. Тихвинский, В. О. Сети мобильной связи *LTE*: технология и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В Терентьев, А. Б. Юрчук. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 176 с.
4. Бейли, Д. Волоконная оптика, теория и практика / Д. Бейли, Э. Райт. – М.: Кудиц-Пресс, 2008. – 110 с.

Колесникова А. С.

Научный руководитель: Зуев А. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КЛАССИЧЕСКИЕ РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

***Аннотация.** Проведен сравнительный анализ радиофизических методов детектирования ионосферных возмущений, изучены методы ионосферных возмущений для проведения дальнейших исследований.*

***Ключевые слова:** ионограммы, зондирование, ИСЗ.*

Вертикальное зондирование. Старейшим и одним из основных методов исследования структуры и динамики ионосферы является метод вертикального зондирования с помощью импульсного радиолокатора-ионозонда, расположенного на поверхности Земли. Метод вертикального зондирования позволяет измерять вертикальное распределение электронной концентрации в области от 90 до 250-400 км. Первая ионосферная станция (ионозонд) основана в Англии в 1932 г. Сегодня – это всемирная сеть ионозондов.

Максимальная частота радиоволны, которая отражается от слоя ионосферы при вертикальном падении, носит название критической частоты. Модификациями метода ВЗ являются наклонное, возвратно-наклонное и внешнее зондирование.

Метод наклонного зондирования – это метод, когда передатчик и приемник разнесены, а излучаемые радиоволны падают на ионосферу наклонно, позволяет исследовать характер распространения радиоволн.

Максимальная частота радиоволны, отражающейся от ионосферы при наклонном падении, называется максимально применимой частотой.

Таким образом, при НЗ частотный диаметр в несколько раз больше, чем при ВЗ и зависит от длины трассы. Аппаратура для получения ионограмм НЗ мало чем отличается от аппаратуры ВЗ. Современные цифровые ионозонды, как правило, одновременно являются ионозондами и вертикального и наклонного зондирования. [1]

Возвратно-наклонное зондирование – передатчик и приемник совмещены в одном пункте, оно позволяет проследить характер изменения ионосферы в горизонтальном направлении. Этот метод также

является мощным инструментом для определения структуры неоднородностей: оценки и размера, скорости движения.

Реализация метода наталкивается на очень большие трудности, препятствующие широкому распространению метода.

Метод внешнего зондирования – для исследования ионосферы стали использовать ионозонды, расположенные на борту искусственного спутника Земли. К достоинствам данного метода следует отнести возможность наблюдать явления, недоступные наземным ионозондам, охват большого пространства за короткий интервал времени, неизменность характеристик аппаратуры (т. к. различия в ионограммах могут быть вызваны только ионосферными вариациями, а не различиями в работе ионозондов) [1].

Методы радиозондирования имеют развитую техническую базу, хорошо разработанные методики измерений, с их помощью была получена основная часть информации о строении ионосферы.

На выходе ионозонда записывается **ионограмма** – зависимость действующей высоты отражения от частоты. Снимаются ионограммы через 1-15 мин в зависимости от режима измерений.

Анализ ионограмм. Неоднородности ионосферной плазмы проявляются на ионограммах в виде искажений высотно-частотных характеристик. Анализ ионограмм позволяет получить информацию о направлении и скорости перемещения крупномасштабных ионосферных возмущений. Недостатки ионограммного метода: низкое пространственно-временное разрешение.

Метод частичных отражений. Для исследования D области ионосферы – область высот 50-90 км, где электронная концентрация мала, применяется метод частичных отражений. Область D недоступна для ИСЗ из-за большой плотности атмосферы, а применение импульсного зондирования ограничено малым значением электронной концентрации. Метод основан на рассеянии (частичном отражении) радиоволн на неоднородностях d области.

Метод некогерентного рассеяния – один из наиболее информативных наземных методов исследования ионосферы, основан на измерении слабого сигнала, рассеянного на свободных электронах в ионосфере (рассеяние на неоднородностях электронной концентрации). Спектр сигнала отражает распределение электронов по скоростям, следовательно, содержит информацию о температуре и направленной скорости их движения. Данный метод является наиболее информативным в исследованиях верхней атмосферы, т. к. позволяет измерить целый набор важнейших параметров неоднородной структуры и движений в ионосфере в широком диапазоне высот (от 70 до 1000 км) Для

реализации метода НР необходимы радары с большим энергетическим потенциалом и высокой чувствительностью приемных устройств, позволяющих регистрировать очень слабые радиосигналы. Радары являются дорогостоящими, громоздкими установками, в настоящее время в мире имеется лишь 9 обсерваторий, оснащенных инструментами такого типа.

Трансионосферное зондирование – (прием на Земле радиоволн, излученных с ИСЗ) основано на просвечивании атмосферы сигналами высокой частоты, которое дает информацию о состоянии ионизированной компоненты атмосферы. В качестве источников волн используются как естественные источники космического радиоизлучения, так и радиопередатчики, помещенные на ИСЗ.

Риометрический метод. Количество радиозвезд и других космических объектов, дающих интенсивное радиоизлучение, весьма велико. Измерение интенсивности космического излучения производится с помощью риометра. Риометрический метод прост в действительности, однако он не чувствителен к малым возмущениям. Данный метод используется для изучения мощных воздействий на ионосферу (солнечных вспышек, ионосферных бурь).

Выводы

1. Вертикальное и наклонное зондирование позволяют получить информацию о направлении и скорости перемещения крупномасштабных ионосферных возмущений.

2. Внешнее зондирование позволяет наблюдать явления, недоступные наземным ионозондам, охват большого пространства за короткий интервал времени.

3. Метод частичных отражений позволяет вести наблюдения за самой нижней частью ионосферы – областью D.

4. Метод некогерентного рассеяния радиоволн является наиболее информативным в исследованиях верхней атмосферы.

5. Трансионосферное зондирование: риометрический метод используется для мощных воздействий на ионосферу.

Литература

1. Афраймович, Э. Л. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли / Э. Л. Афраймович, Н. П. Первалов. – Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 с.

Костенков В. С.

Научный руководитель: Тимченко В. И., канд. физ.-мат. наук, доцент
*Донецкий национальный университет,
Донецкая народная республика*

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШИФРА DES НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ КРИПТОАНАЛИЗУ И СРАВНЕНИЕ С АТАКОЙ ГРУБОЙ СИЛЫ

***Аннотация.** В работе проводится исследование влияния длины блоков и количества S-боксов на устойчивость блочных шифров к дифференциальному криптоанализу на примере DES-алгоритма. В качестве основных структурных элементов DES были разработаны упрощенные версии сбалансированной сети Фейстеля и гомогенной f-функции.*

***Ключевые слова:** криптоанализ, дифференциальный криптоанализ, атака грубой силы, шифр DES, S-блок, длина блоков.*

Постановка проблемы. При передаче зашифрованных данных по открытым каналам связи особую важность приобретает проблема отслеживания трафика, способного нанести вред обществу. Данная задача может решаться криптографическими методами анализа информации.

Несмотря на то, что многие уязвимости шифра DES были продемонстрированы, он все еще **актуален** как базовый строительный блок для современных симметричных блочных шифров. Знание особенностей функционирования данного шифра позволит проводить оптимальный подбор параметров и более эффективно использовать мощности электронно-вычислительных машин для дешифрования интересующей информации.

Целью данной работы является исследование влияния количества S-боксов и длины блоков на устойчивость DES к дифференциальному криптоанализу.

Для исследования использовались следующие **методы**: общенаучные – анализ, моделирование, статистический, синтез, индукция, дедукция. Принципы: системности, объективности, аксиологического подхода.

Результаты исследования приведены ниже (рис. 1-6).

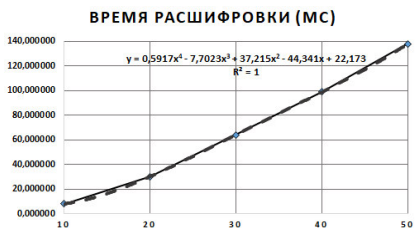


Рис. 1. График зависимости времени расшифровки от количества S-боксов

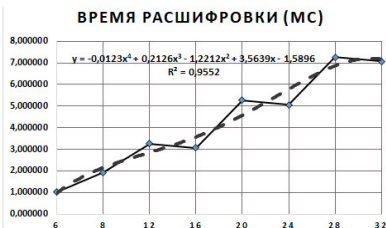


Рис. 2. График зависимости времени расшифровки от длины блоков

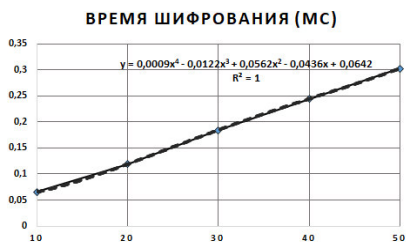


Рис. 3. График зависимости времени шифрования от количества S-боксов

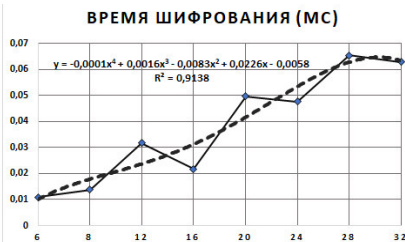


Рис. 4. График зависимости времени шифрования от длины блоков

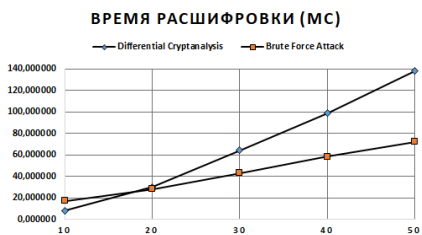


Рис. 5. График сравнения зависимости времени расшифровки от количества S-боксов для дифференциального криптоанализа и атаки грубой силы

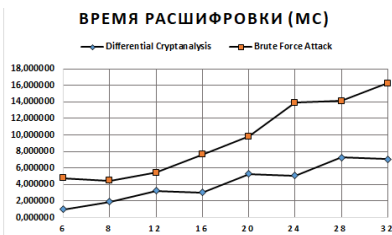


Рис. 6. График сравнения зависимости времени расшифровки от длины блоков для дифференциального криптоанализа и атаки грубой силы

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. скорость возрастания функции времени расшифровки больше в 13,93 раза при увеличении количества S-боксов (рис. 1), чем при соответствующем увеличении значения длины блоков (рис. 2) при 256 известных парах;

2. скорость возрастания функции времени шифрования больше в 2,97 раза при увеличении количества S-боксов (рис. 3), чем при соответствующем увеличении значения длины блоков (рис. 4);

3. в случае 256 известных пар, дифференциальный криптоанализ дольше в 2,37 раза, чем атака грубой силы при увеличении количества S-боксов (рис. 5);

4. в случае 256 известных пар, атака грубой силы дольше в 1,9 раза, чем дифференциальный криптоанализ при увеличении значения длины блоков (рис. 6).

Заключение

1. На языке Си были реализованы программы по дифференциальному криптоанализу и расчету характеристик шифра DES.

2. Выбор метода восстановления ключа шифра зависит от объема входной информации. В нашем случае, 25% верно подобранных пар соответствия сокращают время расшифровки на 47,2%.

3. Плохо подобранные пары соответствия либо же недостаточное количество предварительной информации, в среднем, увеличивают время расшифровки на 57,87% по сравнению с методом атаки грубой силы.

4. Работа относится к теоретико-исследовательской области и может быть использована в обучающих целях для демонстрации влияния параметров шифра DES на устойчивость к дифференциальному криптоанализу.

Литература

1. Упрощенный DES (S-DES) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/553/409/lecture/17872> (дата обращения 20.01.2019).

2. Дифференциальный криптоанализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дифференциальный_криптоанализ (дата обращения 25.01.2019).

3. Яценко, В. В. Введение в криптографию / В. В. Яценко; под общ. ред. В. В. Яценко. – 4-е изд., доп. – М.: МЦНМО, 2012. – 348 с.

Костенков В. С.

Научный руководитель: Тимченко В. И., канд. физ.-мат. наук, доцент
*Донецкий национальный университет,
Донецкая народная республика*

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШИФРА DES НА УСТОЙЧИВОСТЬ К BRUTE FORCE ATTACK

Аннотация. В работе проводится исследование влияния длины блоков и количества S-блоков на криптостойкость блочных шифров к Brute Force атаке на примере DES-алгоритма. В качестве основных структурных элементов DES были разработаны упрощенные версии сбалансированной сети Фейстеля и гомогенной f-функции.

Ключевые слова. Криптоанализ, Brute Force атака, лавинный эффект, шифр DES, S-блок, длина блоков.

Постановка проблемы. При передаче данных по открытым каналам связи особую важность приобретает проблема их сохранности от несанкционированного доступа. Данная задача может решаться криптографическими методами защиты информации.

Несмотря на то, что многие уязвимости шифра DES были продемонстрированы, он все еще **актуален** как базовый строительный блок для современных симметричных блочных шифров. Знание особенностей функционирования данного шифра позволит проводить оптимальный подбор параметров и более эффективно использовать мощности электронно-вычислительных машин без потери криптографических свойств.

Целью данной работы является исследование влияния количества S-блоков и длины блоков на криптографическую стойкость DES к Brute Force атаке.

Для исследования использовались следующие **методы**: общенаучные – анализ, моделирование, статистический, синтез, индукция, дедукция. Принципы: системности, объективности, аксиологического подхода.

Результаты исследования приведены ниже (рис. 1-8).

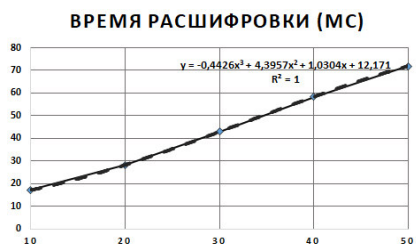


Рис. 1. График зависимости времени расшифровки от количества S-боксов

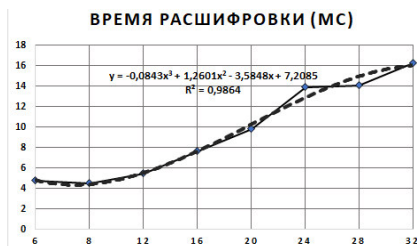


Рис. 2. График зависимости времени расшифровки от длины блоков

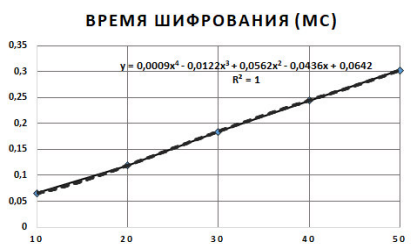


Рис. 3. График зависимости времени шифрования от количества S-боксов

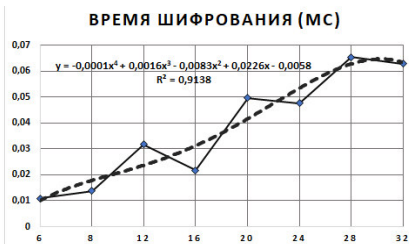


Рис. 4. График зависимости времени шифрования от длины блоков

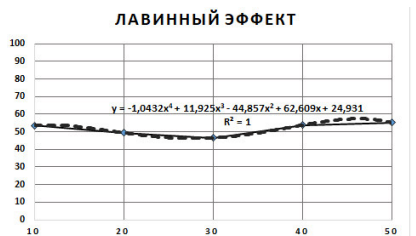


Рис. 5. График зависимости значения лавинного эффекта от количества S-боксов

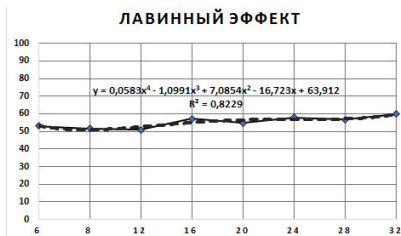


Рис. 6. График зависимости значения лавинного эффекта от длины блоков

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. зависимость времени шифрования – расшифровки от количества S-боксов – длины блоков носит, локально, полиномиальную зависимость. Однако при устремлении значений переменных в бесконечность, зависимость приобретает все более линейный характер.

2. скорость возрастания функции времени расшифровки больше в 3,1 раза при увеличении количества S-боксов (рис. 1), чем при соответствующем увеличении значения длины блоков (рис. 2);

3. скорость возрастания функции времени шифрования больше в 2,97 раза при увеличении количества S-боксов (рис. 3), чем при соответствующем увеличении значения длины блоков (рис. 4);

4. средняя величина лавинного эффекта составляет 55,23% от общего объёма обрабатываемой информации при изменении количества S-боксов (рис. 5), и 51,7% при соответствующем изменении длины блоков (рис. 6).

Заключение

1. На языке Си были реализованы программы по криптоанализу методом Brute Force и расчету характеристик шифра DES.

2. Увеличение количества S-боксов по сравнению с длиной блоков является более приоритетным. Это позволяет увеличить время расшифровки на 67,73%.

3. По нашему мнению, наиболее предпочтительным выступает использование гетерогенной сети Фейстеля. Это позволит расширить граничные значения, в которых зависимость времени расшифровки от параметров меняется с полиномиальной на линейную.

4. Работа относится к теоретико-исследовательской области и может быть использована в обучающих целях для демонстрации влияния параметров шифра DES на криптостойкость к Brute Force атаке.

Литература

1. Упрощенный DES (S-DES) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/553/409/lecture/17872> (дата обращения 08.01.2019).

2. Brute Force [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Полный_перебор (дата обращения 14.01.2019).

3. Яценко, В. В. Введение в криптографию / В. В. Яценко; под общ. ред. В. В. Яценко. – 4-е изд., доп. – М.: МЦНМО, 2012. – 348 с.

Кошаева Е. П.

Научный руководитель: Бахракова М. И., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ АТМОСФЕРНОЙ
ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ НА УЧАСТКЕ Г. ВОЛЖСК
МЕЖДУ ЗДАНИЯМИ БАНКА ПАО "ВТБ"
И ПАО "РОСТЕЛЕКОМ"**

***Аннотация.** В данной работе представлен энергетический расчет АОЛС на участке г. Волжск.*

***Ключевые слова:** ИФР-КЗ, коэффициент готовности, потери в атмосферном канале, затухание, энергетические потери, расходимость луча.*

Проблема определения интегральной функции распределения километрического затухания (ИФР-КЗ) оказалась достаточно сложной и содержащей достаточно много факторов, которые должны быть учтены при определении реальных ИФР-КЗ. Поскольку АОЛС может быть установлена и подключена к потребителю за несколько дней, то всякий оператор связи и хочет использовать это свойство АОЛС. Но прямое решение вопроса возможно лишь в том случае, если по каким-то совсем другим причинам именно на этой трассе ранее проводились необходимые измерения.

Основным требованием к любой аппаратуре связи, применяемой на сети связи, является обеспечение требуемого коэффициента готовности линии передачи на заданной ее длине, определяемой в соответствии с физическими особенностями применяемого метода передачи (для цифровых линий передачи ограниченной протяженности – это 0,997).

Величина энергетических потерь из-за расходимости луча может колебаться в широких пределах и определяется пространственным углом излучения, диаметром приемной антенны и длиной АК. На рис. 1 представлена типовая диаграмма направленности излучения и распределение интенсивности ИК поля в плоскости приемной антенны.

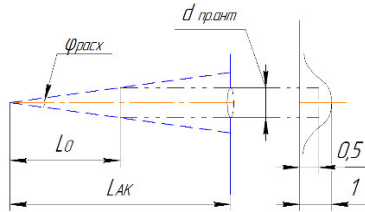


Рис. 1. Типовая диаграмма направленности излучения и распределение интенсивности ИК поля в плоскости приемной антенны

Выбранная мной аппаратура Artolink M1-10GE, с системой АНЛ, имеет следующие параметры:

- среднюю выходную оптическую мощность $P_{nep} = 24$ дБм;
- пороговая чувствительность приемника (с учетом оптических потерь): $P_{np\ min} = -18$ дБм;
- диаметр приемной антенны $d_{пр. ант} = 0,068$;
- угол расходимости луча $\varphi_{расх} = 0,3$ мрад.

Произведем расчет для выбранного типа оборудования.

Потери в АК из-за расходимости луча на выбранной дистанции:

$$P_{расх} = 20 \lg \frac{\varphi_{расх} \cdot L_{ак}}{d_{пр. ант}} = 20 \lg \frac{0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{0,068} = 11,977 \text{ Вт.}$$

Величина максимально допустимого затухания АК:

$$P_{АК-анн} = 10 \lg \frac{P_{nep}}{P_{np\ min}} - P_{расх} = 10 \lg \frac{0,25}{1,58 \cdot 10^{-5}} - 11,977 = 30,02 \text{ Вт.}$$

Выбранная аппаратура относится к 4 классу оборудования.

Рассчитаем энергетический метеоресурс для выбранного оборудования:

$$P_{1-анн} = 10 \lg \frac{P_{nep} \cdot L_0^2}{P_{nep\ min} (1000)} = 10 \lg \frac{0,25 \cdot 4,412^2}{1,58 \cdot 10^{-5} \cdot 1000} = 54,88 \text{ Вт.}$$

Рассчитаем (КПД) АК на длине 1000 м.

$$P_{1-расх} = 20 \lg \frac{\varphi_{расх} \cdot 1000}{d_{пр. ант}} = 20 \lg \frac{0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{0,068} = 12,89 ,$$

$$\eta_{1-анн} = \frac{P_{1-анн}}{P_{1-анн} + P_{1-расх}} = \frac{54,88}{54,88 + 12,89} = 0,81 .$$

Из полученной величины следует, что из-за энергетических потерь вследствие расходимости луча максимально допустимые потери в АК на дистанции в 1000 м снижаются примерно на 19 %.

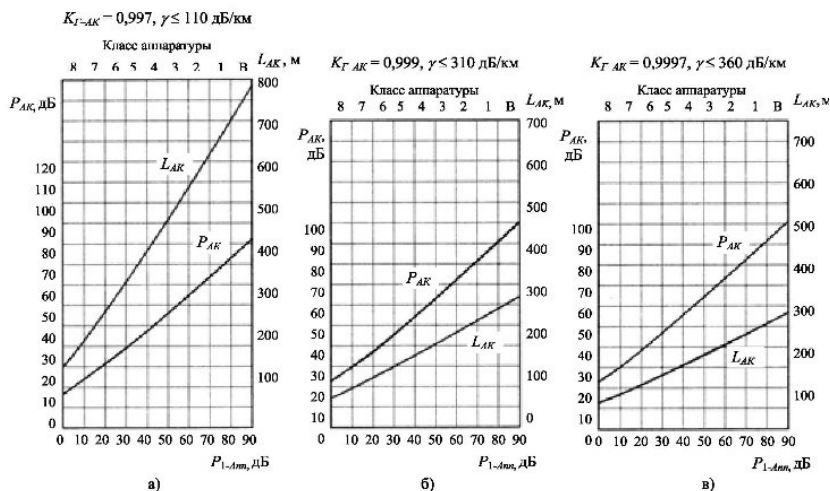


Рис. 2. Зависимость P_{AK} , L_{AK} и класса аппаратуры АОЛП от $K_{Г-АК}$ и P_{1-ann}

Заключение. По результатам расчетов энергетический метеоресурс аппаратуры $P_{1-app} = 54,88$ Вт. По графику на рис. 2а видно, что оборудование Artolink M1-10G обеспечивает работу АК протяженностью 900 м в соответствии с заданным $K_{Г-АК} = 0,997$.

Литература

1. Влияние погодных условий на надежность атмосферной оптической связи / Ю. И. Зеленюк, И. В. Огнев, С. Ю. Поляков, С. Е. Широбакин // Вестник связи. – 2002. – №4. – С. 1-2.
2. Повышение доступности оптической телекоммуникационной системы с атмосферными сегментами / Б. А. Кузяков, М. А. Карпов, Е. В. Егорова и др. // Электромагнитные волны и Электронные системы. – 2013. – Т. 18. – №12. – С. 38-43.
3. Павлов, Н. М. Коэффициент готовности атмосферного канала АОЛП и методы его определения / Н. М. Павлов // Фотон-Экспресс. – 2006. – №6. – С. 78-90.
4. Гидрометцентр России [Электронный курс]. – Режим доступа: <http://meteoinfo.ru>.

Ложкина Ю. Н.

Научный руководитель: Чернышев А. Ю., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОБОБЩЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Введение. Активное развитие сетей передачи данных обуславливает необходимость поиска, исследования и внедрения наиболее эффективных методов, используемых для выполнения каждой из частных функций сетей, в том числе множественного доступа абонентов к общему ресурсу сети связи. Множественный доступ предполагает разделение ресурсов сетей, систем и отдельных каналов между несколькими абонентами. В беспроводных сетях (БС) задача эффективной организации и осуществления доступа множества пользователей к единому ограниченному ресурсу среды передачи наиболее актуальна.

Цель исследования – составить максимально полную классификацию методов множественного доступа и оценить потенциальную эффективность их применения БС.

В беспроводных сетях передачи информации (сетях радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа) в соответствии с принятыми стандартами и действующими рекомендациями применяются определенные методы организации множественного доступа абонентов к ресурсам сетей.

В сетях широкополосного беспроводного доступа (ШБД) для распределения ресурса канала множественного доступа, используемого многими пользователями, применяются статические (фиксированные), случайные (распределенные) и комбинированные протоколы множественного доступа. Один из вариантов классификации предложен в [1].

В предложенной классификации к протоколам с фиксированным (статическим) доступом относятся ортогональные методы множественного доступа с частотным разделением (FDMA), временным разделением (TDMA) и комбинированным разделением. Эти наиболее известные методы в различных вариантах используются в самых современных системах беспроводной связи.

К протоколам со случайным доступом относятся протоколы со свободным доступом (Aloha и S-Aloha) и протоколы с обнаружением (прослушиванием) несущей и обнаружением коллизий (CSMA/CD).

Существующие варианты алгоритма множественного доступа с контролем несущей отличаются, главным образом, логикой управления станцией, имеющей кадр для передачи, в условиях обнаружения занятости канала. В зависимости от логики различают настойчивый, ненастойчивый и p -настойчивый алгоритмы.

К комбинированным в данной классификации относятся методы с централизованным и децентрализованным управлением. Централизованные методы подразделяются на методы с резервированием (передача запроса со случайным методом доступа конфликтная и передача запроса бесконфликтная) и методы с опросом (циклический, в случайном порядке, адаптивный).

Децентрализованные методы подразделяются на методы с кольцевым резервированием и с переменными приоритетами.

В предложенной классификации не учтены некоторые методы, упоминаемые и рассматриваемые в других источниках [2]. К данным методам относятся: CDMA (Code Division Multiple Access) – множественный доступ с кодовым разделением каналов связи; SDMA (Space Division Multiple Access) – множественный доступ с пространственным разделением каналов связи; PDMA (Polarization Division Multiple Access) – множественный доступ с поляризационным разделением каналов связи.

К статическим протоколам можно также отнести механизм мультиплексирования посредством ортогональных несущих частот (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM).

В статических протоколах доступа часть ресурса канала закрепляется за станцией на все время работы. Поэтому при малой нагрузке в сети, вследствие небольшого количества станций или их низкой активности, использование статических протоколов доступа приводит к неэффективному использованию ресурса канала [3].

При применении протоколов случайного множественного доступа (СМД) использование ресурса канала происходит в соответствии с потребностями в нем станций, поэтому эффективность использования ресурса канала выше [3].

Предложенную в [1] классификацию можно дополнить двумя методами случайного доступа.

Подраздел методов с обнаружением несущей можно дополнить методом множественного доступа с цифровым детектированием (Digital Sense Multiple Access – DSMA), или с детектированием подавления (Inhibit Sense Multiple Access – ISMA).

Метод DSMA, который также называют методом множественного доступа с детектированием подавления (ISMA), использует схожий с

CSMA/CA принцип работы. Различие заключается в том, что занятость канала определяется не путем прослушивания, а посредством посылки центральным устройством пакета, в котором определяется статус канала.

Предложенную классификацию можно также дополнить в части комбинированных методов с резервированием, включив метод множественного доступа с резервированием пакетов (Packet Reservation Multiple Access – PRMA).

Метод PRMA является примером методов со скрытым резервированием, так как интервалы для передачи резервируются неявно.

Выводы.

В результате проведенной работы расширена и дополнена представленная в [1] классификация методов множественного доступа.

Среди методов управления доступом большого числа абонентов к общему каналу особое место занимают методы случайного множественного доступа с разрешением конфликтов. При достаточно низкой интенсивности входного потока сообщений к абонентам конфликты возникают редко, и задержка сообщения оказывается существенно меньше, чем при использовании других методов множественного доступа.

Эффективность работы алгоритмов разрешения конфликта, используемых в современных системах передачи информации, существенно снижается с увеличением числа абонентов. Таким образом, одной из основных проблем в теории и практике множественного доступа в настоящее время является разработка новых алгоритмов разрешения конфликта, которые могут быть использованы как в существующих, так и в перспективных системах передачи информации с большим числом абонентов.

Литература

1. Бунин, С. Г. Вычислительные сети с пакетной радиосвязью / С. Г. Бунин, А. П. Войтер. – К.: Издательство «Тэхника», 1989. – 223 с.
2. Алиев, Т. И. Технологии беспроводных сетей / Т. И. Алиев, Л. А. Муравьева-Витковская, В. В. Соснин. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 127 с.
3. Камнев, В. Е. Спутниковые сети связи: учеб. пособие / В. Е. Камнев, В. В. Черкасов, Г. В. Чечин. – М.: Альпина Паблишер, 2004. – 536 с.

Матвеев А. В.

Научный руководитель: Елсуков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ПЕРИМЕТРА

Аннотация. *Применение современных цифровых алгоритмов работы, внедрение новых конструктивных решений и комбинированных излучателей позволяет повысить эффективность системы защиты периметра и автоматизировать, и координировать работу компонентов системы.*

Ключевые слова: интеграция систем безопасности, повышение надежности обнаружения.

Введение. Автоматическая система объектовой охранной сигнализации – совокупность совместно действующих технических средств обнаружения проникновения (попытки проникновения) на охраняемый объект, сбора, обработки, передачи и представления в заданном виде информации о проникновении (попытки проникновения) и другой служебной информации [1].

Цель исследования: оценить возможность автоматизации систем защиты периметра объекта посредством оборудования техническими средствами охранной сигнализации.

Согласно рекомендациям (РД 78.36.003-2002) объекты, представляющие особенную важность, оборудуются многорубежной системой охранной сигнализации. Количество и характер рубежей охраны согласовывается на этапе формирования ТЗ (техническое задание на проектирование) [1].

В разных рубежах охраны в зависимости от ожидаемого способа несанкционированного воздействия необходимо применять охранные извещатели различных типов (электроконтактные, вибрационные, ультразвуковые, радиоволновые, комбинированные).

Система электронной периметральной сигнализации является первым рубежом в системе защиты объекта.

В инженерно-технических системах защиты периметра используются различные типы извещателей. ИК/СВЧ – барьеры, вибрационные, емкостные и другие системы могут использоваться как по отдельности, так и в различных комбинациях. В традиционных системах наибольшее практическое распространение получили системы, основанные на регистрации электрических колебаний в различных типах кабельных проводников (электрическом кабеле, электроакустическом

кабеле и др.). Преимуществами данных систем являются высокая надежность, широкий диапазон температур условий эксплуатации, большой срок эксплуатации. К недостаткам следует отнести большую стоимость и малую ремонтпригодность [2].

Как правило, системы защиты периметра (периметральной сигнализации) проектируются и реализуются по «зонавому» принципу. Размер и конфигурация каждой зоны определяется характеристиками применяемого оборудования, а также типом и конфигурацией ограждения периметра.

Одним из основных качеств, характеризующих современные извещатели, является их надежность обнаружения нарушителя в различных условиях эксплуатации.

В настоящее время основными направлениями для повышения надежности обнаружения являются [3]:

- применение современных цифровых алгоритмов работы, связанные с возможностью широкого использования микропроцессорных компонент;
- внедрение новых конструктивных решений (в частности, СВЧ антенн);
- вариации с использованием частотного диапазона в зависимости от характеристик объекта;
- более широкое внедрение извещателей с использованием различных физических принципов обнаружения (комбинированные извещатели).

В рамках комплексной системы безопасности рекомендуется интеграция системы защиты периметра объекта с системой телевизионного наблюдения (обычно на уровне «сухих» контактов каждой зоны). Интеграция систем позволяет автоматически выводить на экраны мониторов изображение участка периметра, на котором произошло срабатывание, а также включать систему периметрального/охранного освещения и формировать сигналы тревоги для систем охранной сигнализации, отображающих на мониторе зоны тревоги, на эксплицированном плане объекта [4].

Литература

1. Руководящий документ МВД РФ РД 78.36.003-2002. Инженерно-техническая укрепленность. Технические средства охраны. Требования и нормы проектирования по защите объектов от преступных посягательств. – Введ. 2003-01-01. – М.: МВД России, 2002.
2. Автоматическая система объектовой охранной сигнализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vings-mpr.ru/catalog/sistema-kontrolya-i-upravleniya-dostupom/> (дата обращения 12.01.2019).

3. Антюхин, С. Современные тенденции развития радиоволновых извещателей для охраны периметра / С. Антюхин // Алгоритм безопасности. – 2014. – №4. – С. 64-67.

4. Синилов, В. Охранное телевидение в системе безопасности объекта / В. Синилов // Скрытая камера. – 2003. – № 3. – С. 10-12.

УДК 621.396

Матвеев А. В.

Научный руководитель: Елсуков А. А., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

***Аннотация.** Комплексный подход к проектированию и организации системы безопасности объекта, учет климатических и психологических факторов позволяют максимально повысить эффективность системы инженерно-технической защиты периметра.*

***Ключевые слова:** система безопасности, интеграция систем, система инженерно-технической защиты периметра.*

Введение. Безопасность объекта обеспечивается целым комплексом мер. Важное место в системе выявления угроз и их нейтрализации занимает система безопасности объекта. Особенно актуальна реализация системы безопасности на особо важных объектах (заводах и промышленных предприятиях, телекоммуникационных, энергетических и нефтегазовых компаниях), финансовых организациях (банки и финансовые учреждения), образовательных, медицинских и государственных учреждениях, в сфере оптовой и розничной торговли. Системы безопасности обеспечивают стабильность работы организации, выполняя различные функции защиты и контроля.

Цель исследования: определить задачи системы безопасности объекта и роль систем инженерной защиты периметра объекта.

К первоочередным задачам систем безопасности относится охрана организации от внешних и внутренних угроз, к которым относятся: нанесение материального ущерба в различных формах, включая попытки хищения имущества, коммерческой тайны и служебной информации; нанесение ущерба имиджу компании, подрыв деловой репутации; перехват управления; возникновение чрезвычайных ситуаций, связанных с возгораниями и пожарами, авариями и другими опасными для жизни и здоровья людей ситуациями [1].

В таких случаях именно системы безопасности способны предупредить и предотвратить подобные угрозы, обеспечивая возможность контроля доступа на территорию охраняемого объекта, мониторинг ситуации в режиме реального времени, возможность принятия обоснованных и адекватных решений сообразно ситуации на объекте и срочных мер в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

При организации системы безопасности наибольший эффект дает использование комплексного подхода. Комплексный подход позволяет максимально эффективно организовать защиту и контроль на всех уровнях [2].

К основным преимуществам комплексного подхода следует отнести интегрированность, надежность и оперативность. Интегрированность заключается в том, что все системы безопасности при комплексном подходе связаны между собой. При этом система одновременно выполняет функции контроля, сдерживания, обнаружения опасности, ее оценки и реагирования на нее, обеспечивая защиту сразу по нескольким направлениям.

При комплексном подходе влияние человеческого фактора (к которому можно отнести усталость и/или невнимательность оператора) сведено к минимуму, что обеспечивает высокие уровни надежности и защищенности.

Оперативность при комплексном подходе выражается в гарантированно высокой скорости передачи данных, даже при условии одновременного срабатывания различных систем защиты.

В состав интегрированной системы безопасности предприятия, как правило, в обязательном порядке входят [1]:

- система контроля и управления доступом (СКУД);
- система телевизионного наблюдения и контроля (СТНК);
- система инженерно-технической защиты периметра (СИТЗП);
- система освещения периметра (СОП);
- система сбора и обработки информации (ССОИ).

Ресурсы системы могут в полной мере использоваться в целях производственного контроля и информационного обеспечения руководства. К производственному контролю относятся мониторинг производственных процессов, контроль трудовой и производственной дисциплины, а также контроль и учет отгрузки продукции. Информационное обеспечение руководства заключается в сборе, обработке и анализе поступающей информации, своевременном предоставлении руководству объективной информации о состоянии объекта в плане безопасности.

При разработке системы безопасности отдельно следует рассмотреть вопросы проектирования системы инженерно-технической защи-

ты периметра, поскольку периметр охраны является первым рубежом защиты на пути злоумышленника [3].

При традиционном подходе к проектированию периметральных систем защиты предполагается установка заграждения с применением средств противодействия преодолению рубежа и локализации любых попыток пересечения охраняемого периметра, оперативное оповещение службы безопасности предприятия о попытках и фактах подобных инцидентов.

При этом не всегда учитывается уровень технического оснащения и подготовки нарушителей. Этот уровень может оказаться достаточно высоким и позволит злоумышленнику нейтрализовать многие традиционные системы и преодолеть барьеры. Также очень редко учитывается человеческий фактор в плане возможной халатности сотрудника охранной службы или возможное вступление в сговор в корыстных целях.

В процессе проектирования и реализации эффективной системы защиты периметра следует также учитывать особенности рельефа местности, грунтов, климатических условий и криминогенных факторов. На основании анализа этих параметров определяются принципы построения системы защиты и проводится выбор оборудования.

Система защиты периметра должна включать инженерно-технические сооружения, средства обнаружения, системы визуального контроля, сбора и обработки информации и освещения периметра. Интеграция системы защиты периметра с системой видеонаблюдения существенно повышает вероятность обнаружения нарушителей [4]. Грамотное размещение извещателей позволяет обнаружить любую попытку преодолеть систему на ранних стадиях и дает возможность силам охраны локализовать и задержать злоумышленника.

Комплексный подход обеспечивает достаточную защиту от перепада, подкопа и других способов преодоления ограждения по всей протяженности периметра.

Литература

1. Интегрированная система безопасности крупного промышленного объекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.psj.ru/saver_people/detail.php?ID=9304 (дата обращения 12.01.2019).
2. Комплексные системы безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: automation.croc.ru. (дата обращения 12.01.2019).
3. Поляков, К. В. Интеграция систем безопасности на промышленных объектах как основа безопасности / К. В. Поляков, С. Д. Ромаев, С. С. Сыровой // Системы безопасности. – 2008. – №6. – С. 32-33.
4. Синилов, В. Охранное телевидение в системе безопасности объекта / В. Синилов // Скрытая камера. – 2003. – № 3. – С. 10-12.

Москвина А. Е., Широкова К. Н., Семёнова А. В., Соловьева М. Д.
Научный руководитель: Кудрявцев И. А., начальник СКБ ПГТУ;
Бусыгин Г. В., ст. преподаватель

Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТА С НАРУШЕНИЯМИ ФУНКЦИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

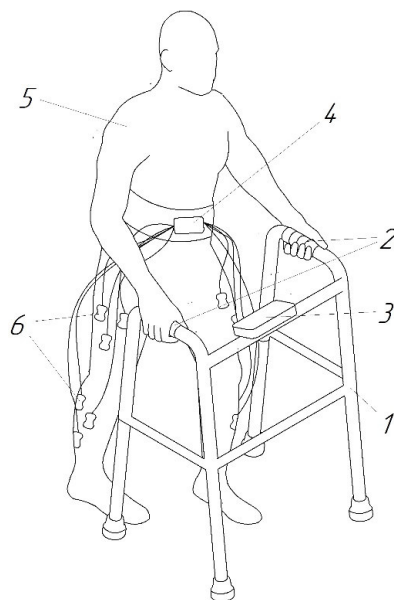
Аннотация. *Предлагается способ реабилитации пациента с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата с помощью функциональной электростимуляции (ФЭС) мышц в применении с ходунками.*

Ключевые слова: *перемещение, функциональная электростимуляция, реабилитация, ходунки.*

Способ относится к медицине, а именно к травматологии, ортопедии, и предлагается использовать для реабилитации больных после травм и поражений опорно-двигательного аппарата различного происхождения.

Рассматривается способ реабилитации пациента с нарушениями опорно-двигательного аппарата с помощью функциональной электростимуляции мышц, совершаемой в фазах естественного возбуждения и сокращения мышц, в процессе передвижения пациента. В процессе исследования данной темы был произведен патентно-информационный поиск. Данный способ отличается тем, что синхронизацию электростимуляции мышц с фазами двигательного акта, совершаемого пациентом, осуществляют по сигналам с датчиков давления, установленных в ручках ходунков, используемых пациентом для передвижения.

Техническим результатом предлагаемого способа реабилитации пациента с нарушениями опорно-двигательного аппарата является упрощение процесса реабилитации, обусловленное исключением необходимости использования сложных технических локомоторных средств и необходимости индивидуальной настройки датчиков синхронизации, а также обеспечение возможности реабилитации при естественных передвижениях пациента.



Графическое изображение совместного применения ФЭС с ходунками:
 1 – ходунки; 2 – датчики давления в ручках; 3 – дисплей; 4 – блок ФЭС;
 5 – пациент; 6 – электроды

Указанный технический результат достигается тем, что способ реабилитации пациента с нарушениями опорно-двигательного аппарата с помощью функциональной электростимуляции мышц, совершаемой в фазах естественного возбуждения и сокращения мышц, в процессе передвижения пациента предусматривает синхронизацию электростимуляции мышц с фазами двигательного акта, совершаемого пациентом, осуществляющих по сигналам с датчиков давления, установленных в ручках ходунков, используемых пациентом для передвижения. Кроме того, данный способ предусматривает возможность использования костылей для передвижения пациента, в опорной части которых установлены датчики давления. К предлагаемым способам возможно применение голосового управления, направленное на предупреждение аварийных ситуаций.

Способ обеспечивает повышение эффективности восстановительного лечения больных, улучшение функционального результата реабилитации с одновременной социализацией пациента за счет восстановления адекватной опороспособности нижних конечностей, увеличения мышечной массы паретичных мышц, возможности реального перемещения человека в пространстве.

Литература

1. Способ реабилитации пациентов после травм и поражений грудного и поясничного отделов позвоночника [Текст]: пат.2650210 Рос. Федерация: МПК⁷ А61N 1/32 , А61N 1/18 , А61N 1/00 / Воловец С. А., Сергеенко Е. Ю., Яшнина Ю. А., Рубейкин И. С., Седов А. И., Волкова О. В. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России. – № 2017118940; заявл. 31.05.2017; опубл. 11.04.2018, Бюл. № 11.

2. Способ лечения заболеваний и последствий повреждений опорно-двигательного аппарата [Текст]: пат. 2098149 Рос. Федерация: МПК⁷ А61N 1/32, А61В 17/56 / авторы, заявители и патентообладатели Витензон А. С., Миронов Е. М., Скоблин А. А., Береснева Н. В., Петрушанская К. А., Уткин А. А. – № 93004339/14; заявл. 29.01.1993; опубл. 10.12.1997.

УДК 004.732

Павлова К. В.

Научный руководитель: Васильева Л. Н., канд. пед. наук
Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ФИРМЫ В СРЕДЕ CISCO PACKET TRACER

Аннотация. Коммуникационная сеть предназначена для передачи данных, также она выполняет задачи, связанные с преобразованием данных. Компьютерная сеть состоит из информационных систем и каналов связи, она является вариантом сотрудничества людей и компьютеров, обеспечивающим ускорение доставки и обработки информации. В статье приведен проект компьютерной сети, состоящий из десяти компьютеров и разбитый на пять подсетей. Использована статистическое задание ip-адресов и динамическая маршрутизация.

Ключевые слова: корпоративная сеть, компьютерная сеть фирмы, VLAN, ip-адресация, динамическая маршрутизация.

Корпоративная сеть представляет собой сложную систему, обеспечивающую передачу данных широкого спектра между различными приложениями, используемыми в единой информационной системе организации.

Как правило, корпоративная сеть является территориально распределенной, т. е. объединяющей офисы, подразделения и другие структуры, которые находятся на значительном удалении друг от друга.

Виртуальная локальная вычислительная сеть, известная также как VLAN, имеет те же свойства, что и физическая локальная сеть, но поз-

воляет конечным станциям группироваться вместе, даже если они не находятся в одной физической сети [1]. Такая организация может быть сделана на основе программного обеспечения вместо физического перемещения устройств.

Одному VLAN соответствует одна подсеть. Устройства, находящиеся в разных VLAN (рис. 1), будут находиться в разных подсетях. Но в то же время VLAN не привязан к местоположению устройств и поэтому устройства, находящиеся на расстоянии друг от друга, все равно могут быть в одном VLAN независимо от местоположения [2].

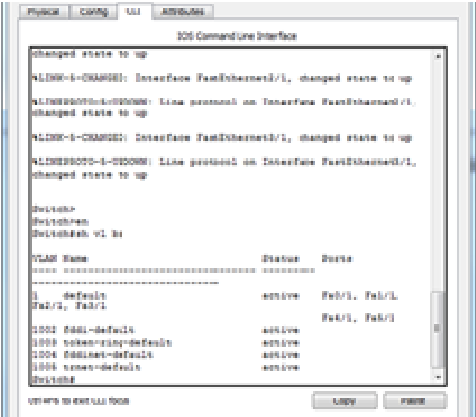


Рис. 1. Просмотр информации VLAN на коммутаторе

Разработанная компьютерная сеть (рис. 2) состоит из десяти компьютеров, которые разбиты на пять подсетей. В компьютерной сети используются статистическое задание ip-адресов и динамическая маршрутизация.

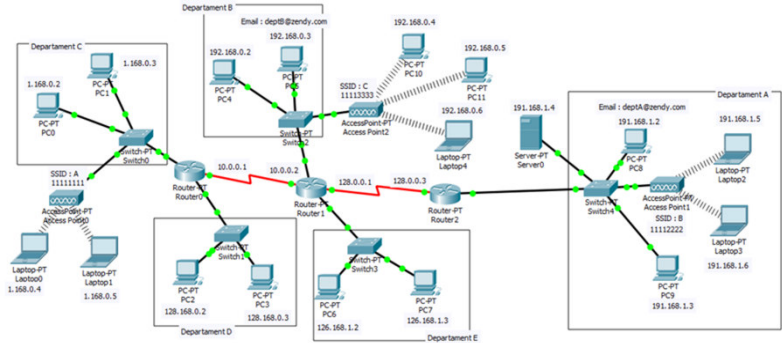


Рис. 2. Общая схема сети

На рис. 3 продемонстрирована проверка сети между компьютерами с помощью команды ping.

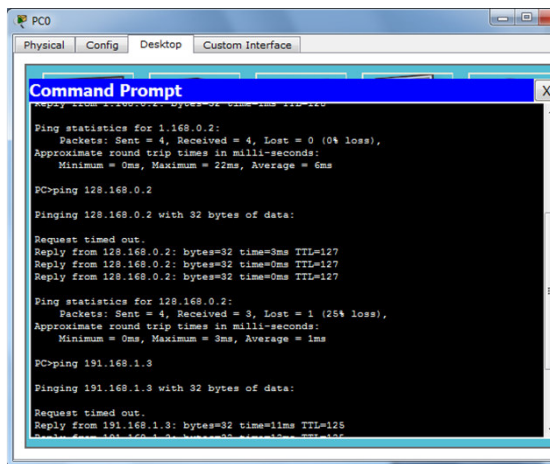


Рис. 3. Проверка связи между компьютерами PC0-PC9 командой ping

Литература

1. Cisco Press «Cisco Catalyst 2950 Series Switches» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/ps628/products_data_sheet09186a00801cfb71.html.

2. Ремнев, П. Ю. Проектирование защищенной сети предприятия / П. Ю. Ремнев, Л. Н. Васильева // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: материалы XI всероссийской научно-технической конференции. – Чебоксары: Изд-во Чувашского ун-та, 2018. – С. 494-496.

УДК 621.37

Смирнова О. Н.

Научный руководитель: Чернышев А. Ю., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПАССИВНЫХ ЦИФРОВЫХ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТЫ С ПОТОКАМИ МНОГОУРОВНЕВЫХ ИМПУЛЬСОВ

Аннотация. Рассматриваются виды модуляций: двухканальная структура с автономными выходами синтезаторов частоты и двухканальная структура синтезаторов частоты со встроенной схемой квадратурной модуляции.

***Ключевые слова:** синтезатор частоты, виды модуляции, синтезатор DDS.*

Введение. В радиотехнических системах, в том числе системах передачи информации, в качестве основы построения возбuditеля радиопередатчика зачастую используются пассивные цифровые синтезаторы частоты с потоками многоуровневых импульсов, известные как синтезаторы частоты DDS. Их структура позволяет не только получить требуемую сетку частот синтезируемых гармонических колебаний, но и осуществить их модуляцию. Однако не всегда априори ясна структура цифровых модуляторов, управляющих процессами модуляции в синтезаторах DDS.

Цель работы – выполнить анализ типовых структурных схем синтезаторов частоты DDS и оценить возможность осуществления в них различных видов модуляции.

Современные синтезаторы частот работают в диапазоне от долей герц до десятков и сотен гигагерц. Они используются в аппаратуре различного назначения, заменяя в ней простые автогенераторы. Такая замена даёт следующие преимущества: существенно повышается точность настройки и стабильность частоты; упрощается процесс настройки аппаратуры; появляется возможность программной перестройки частоты и существенно увеличивается скорость изменения рабочей частоты; **открываются новые возможности цифрового формирования модулированных радиосигналов**; в некоторых схемах синтезаторов удается улучшить спектральную чистоту сигналов по сравнению с обычными автогенераторами; улучшаются массогабаритные характеристики и надежность устройства.

Большинство синтезаторов частот, применяемых в радиоприемных и радиопередающих устройствах, вырабатывают на своем выходе колебание одной заданной пользователем частоты, принадлежащей сетке частот, т. е. множеству возможных частот, соседние из которых отличаются друг от друга на величину фиксированного частотного интервала – шага частоты. Такой характер работы не зависит от внутренней структуры синтезатора, которая в общем случае сводится к трем вариантам:

- одноканальная структура;
- двухканальная структура с автономными взаимно ортогональными (или квадратурными) выходами;
- двухканальная структура со встроенной схемой квадратурной модуляции.

В синтезаторах частоты, имеющих **одноканальную структуру**, код текущей фазы регулярно изменяется с шагом, определяющим частоту синтезируемых колебаний. Если этот шаг сделать регулируемым

в зависимости от требуемой девиации частоты или фазы, появляется возможность осуществить, соответственно, частотную (FSK) и фазовую (PSK) модуляцию. Такая методика не требует сложных решений, и необходимая текущая регулировка шага приращения текущей фазы может быть выполнена либо в самом синтезаторе (при наличии входа для ввода цифровой информации и дополнительных сумматоров в накопителе фазы), либо в блоке управления частотой при формировании управляющего кода.

Следует отметить, что наряду с указанными выше дискретными формами частотной и фазовой модуляции в синтезаторе, имеющем одноканальную структуру, можно получить и иные виды частотной и фазовой модуляции, вплоть до аналоговой. Однако в этих случаях в тракт модулирующего сигнала должны быть включены дополнительные функциональные узлы, например, цифро-аналоговые преобразователи и цифровые преобразователи кодов.

При использовании синтезаторов частоты, имеющих **двухканальную структуру с автономными выходами**, внутри самих синтезаторов можно по аналогии с одноканальными синтезаторами осуществить только частотную и фазовую модуляцию. Однако наличие двух автономных взаимно ортогональных выходных сигналов позволяет реализовать с помощью внешних устройств универсальную схему квадратурной модуляции. А такая схема обладает широкими возможностями, с точки зрения осуществления амплитудной, фазовой, амплитудно-фазовой и квадратурной амплитудной модуляции. Необходимый состав внешних устройств, естественно, зависит от вида модуляции, но среди них обязательно должны быть представлены стандартные для схемы квадратурной модуляции перемножители (как минимум по одному на каждый из каналов), сумматор, один или несколько выходных фильтров нижних частот, а также функциональные узлы модуляторов.

Наиболее интересна **двухканальная структура синтезаторов частоты со встроенной схемой квадратурной модуляции**. Подобно двухканальной структуре с автономными выходами она позволяет получить почти все применяемые на практике виды модуляции, за исключением только однополосной. В принципе, на основе схемы квадратурной модуляции можно получить и однополосную модуляцию, но это требует чрезвычайно сложных по принципу действия и по составу модуляторов, т. е. оконечных источников модулирующих сигналов. Такая возможность обусловлена тем, что однополосная модуляция по сути является аналоговой амплитудно-фазовой с непрерывными изменениями огибающей и мгновенной фазы, а схема квадратурной модуляции как раз и предназначена для формирования подобных сигналов. Повышенная сложность связана с тем, что функцио-

нальные выражения для огибающей и мгновенной фазы при однополосной модуляции включают, в отличие от других видов модуляции, по несколько нелинейных функций, сложность реализации которых высока как при аппаратной, так и при программной реализации.

Специфической особенностью двухканальных синтезаторов данного типа является организация интерфейса между синтезатором и модулятором, ограниченная пропускная способность которого зачастую приводит к ограничению пропускной способности (реальной скорости передачи информации) всего радиоканала. Наиболее предпочтительными по итогам предварительного анализа кажутся синтезаторы с отдельными интерфейсами ввода сигналов управления частотой синтезируемых колебаний и модулирующих сигналов, в том числе с двумя отдельными каналами интерфейса для каждого из внутренних каналов синтезатора.

Выводы

1. Показано, что можно осуществить модуляцию гармонического несущего колебания непосредственно в синтезаторе частоты, являющемся основой возбудителя радиопередатчика.

2. Наибольшими потенциальными возможностями обладает двухканальная структура схемы синтезатора частоты со встроенной схемой квадратурной модуляции, позволяющая получить почти все виды применяемые на практике виды модуляции, кроме однополосной.

3. С помощью синтезатора частоты с одноканальной структурой можно получить только частотную и фазовую модуляцию.

УДК 539.376

Швецова А. А.

Научный руководитель: Чернышев А. Ю., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ

***Аннотация.** Представлены функциональные схемы преобразователей частоты в зависимости от типов и способов включения нелинейных элементов, а также способов подачи входных сигналов.*

***Ключевые слова:** перенос спектра, преобразователь частоты, смеситель, гетеродин.*

В радиотехнических устройствах различного назначения широко применяется перенос спектра исходного сигнала из одного диапазона частот в другой. В частности, в супергетеродинных приемниках это позволяет обеспечить высокое качество усиления и селекции сигналов на фиксированной промежуточной частоте. В передатчиках же обеспечивается постоянство параметров и качество модуляционных характеристик при формировании исходного сигнала на фиксированной предварительной или промежуточной частоте. Существует большое количество разнообразных электрических схем преобразователей частоты, но, к сожалению, адекватных функциональных моделей для них нет.

В литературе, как правило, приводится схема (рис. 1), которая не учитывает особенности схемы и принципа действия преобразователя.

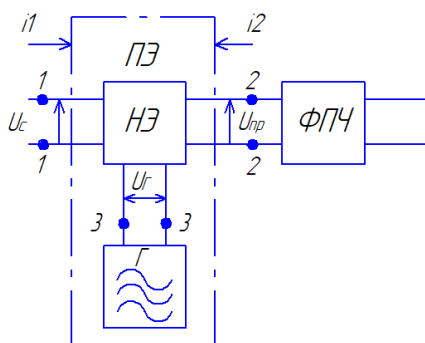


Рис. 1. Базовая функциональная схема преобразователя частоты

В связи с этим актуальна задача синтеза функциональных схем и моделей для всей совокупности преобразователей частоты.

Для решения данной задачи были изучены электрические схемы транзисторных и диодных преобразователей частоты, в том числе диапазона СВЧ. В конечном итоге были составлены основные функциональные схемы, допускающие множественные модификацию в зависимости от способов подключения входных сигналов и обеспечения режимов работы нелинейных элементов. Основные из них представлены на рис. 2 и рис. 3.

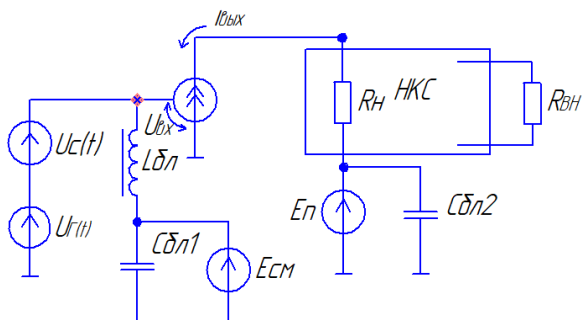


Рис. 2. Транзисторный преобразователь частоты

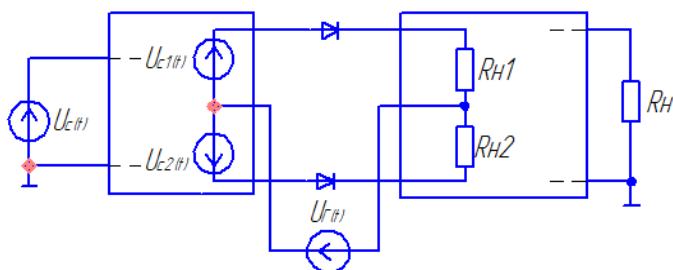


Рис. 3. Диодный балансный преобразователь частоты

Вывод: составлен достаточно полный набор функциональных схем транзисторных и диодных преобразователей частоты, учитывающих основные особенности реальных преобразователей и позволяющих на основе уравнений баланса токов и напряжений получить методики расчета применительно к задачам анализа и синтеза.

УДК 539.376

Яранцева Е. А.

Научные руководители: Зуев А. В., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВИДЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ В GPS / ГЛОНАСС

Аннотация. Ознакомление с видами и методами измерения данных с помощью радионавигационных данных GPS и ГЛОНАСС.

Ключевые слова: GPS, ГЛОНАСС, псевдодальность, НИСЗ, DGPS.

GPS – это спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение.

ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) – это российская разработка, которая обеспечивает точное позиционирование объекта в пространстве с минимальной погрешностью.

Общий принцип измерений координат достаточно прост [1]. Координаты приемника GPS определяются из соотношения:

$$D' = \sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2} + c\tau_R + \sigma_D,$$

где D' – «псевдодальность» между приемником и НИСЗ. Измеряемым параметром для определения D' является либо время распространения сигнала, либо набег фазы несущей радиоволны на трассе «НИСЗ-приемник». В соответствии с этим различают кодовые и фазовые измерения псевдодальности.

Кодовые измерения псевдодальности

$$D'_{p/c} = c\tau.$$

Измеряемый параметр – время задержки между моментом излучения и моментом регистрации сигнала. Для измерения задержки в приемнике принятого со спутника сигнала выделяется доступный код и с помощью корреляционного анализа определяется его сдвиг относительно аналогичного кода, который генерирует сам приемник. Таким образом, двухчастотный приемник может выдавать три вида кодовых измерений псевдодальности: по C/A-коду и по P-коду на двух частотах.

Фазовые измерения псевдодальности

$$D'_f = \lambda \Delta\varphi + \lambda N.$$

Измеряемый параметр – разность фаз двух несущих радиоволн: принятой приемником и сгенерированной в самом приемнике. Полное число циклов фазы N в момент включения приемника остается неизвестным. Разность фаз измеряется с точностью до 0,01 периода. Поэтому при фазовых измерениях может быть определена с точностью до сотых долей длины несущей радиоволны, т. е. до 1-2 мм.

Измерения доплеровского сдвига несущей частоты выполняются для расчета скорости перемещения объекта, на котором установлен приемник GPS. Составляющие скорости определяются посредством решения уравнений, аналогичных уравнению координаты приемника через псевдодальность.

Дифференциальный режим измерений. DGPS. Наиболее эффективным средством снижения погрешности измерений является техно-

логия дифференциальных измерений. Суть метода заключается в проведении измерений двумя приемниками, один из которых находится в пункте с точно известными координатами, а местоположение второго уточняется. Базовый приемник определяет свои координаты по спутникам GPS и, сравнив их с истинными значениями, вычисляет поправочные коэффициенты, которые передаются второму приемнику для коррекции его координат. Второй приемник должен иметь дополнительный канал для приема поправок и соответствующее программное обеспечение для автоматической корректировки своих навигационных измерений по принятым поправкам.

Для решения различных геодезических задач в рамках режима DGPS разработан ряд методов проведения измерений, отличающихся технологией выполнения работ. В этот ряд входят следующие методы:

1. статический метод. Приемник с неизвестными координатами не перемещается относительно базового в течение всего интервала измерений. Оба приемника одновременно выполняют наблюдения и записывают данные. После завершения сеансов наблюдений эти данные собираются вместе, вводятся в компьютер и обрабатываются с помощью специальных программ с целью определения неизвестных координат.

2. псевдостатический метод. Обеспечивает более высокую производительность съемки за счет выполнения наблюдений в течение нескольких коротких сеансов вместо одного длинного. Этот метод практически эквивалентен статическому, но вместо того, чтобы ожидать в течение 1 ч изменения конфигурации спутников, наблюдения проводятся в течение 5-10 мин, а следующие 5-10 мин наблюдаются одним часом позже, когда конфигурация существенно изменилась.

3. быстростатический метод. Метод разработан в последние годы. Он позволил значительно увеличить производительность GPS-съемки. Метод отличается от псевдостатического тем, что достаточно лишь одного посещения определяемых пунктов.

4. кинематический метод. Метод требует выполнения короткой процедуры инициализации в базовом пункте обоих приемников с целью определения целочисленных неоднозначностей фаз. После этого подвижный приемник во включенном состоянии перевозится на первый определяемый пункт, где производит измерения. Затем он посещает все остальные определяемые пункты по одному разу.

5. кинематический метод со статической инициализацией. Точно так же на базовом пункте с известными координатами производится процедура инициализации, затем подвижный приемник перемещается в начальную точку маршрута движения и производит там наблюдения в течение нескольких минут. Далее подвижная платформа

с приемником начинает движение по маршруту. GPS-измерения выполняются непрерывно во время движения с интервалом 1 с.

6. кинематический метод с инициализацией «на ходу». Данный метод не требует для инициализации размещения подвижного приемника на базовой станции – эта процедура выполняется непосредственно при движении транспортного средства по маршруту. Кроме того, если по какой-либо причине произошел срыв наблюдений, процесс инициализации производится вновь без остановки движения.

Режим относительных измерений. Наряду с традиционным определением координат отдельного GPS-приемника широкое применение находят относительные измерения, в ходе которых осуществляются высокоточные измерения расстояний между двумя приемниками. Вектор, соединяющий два приемника, носит название «базовая линия». Оба приемника измеряют свои координаты по одним и тем же созвездиям НИСЗ в близкие моменты времени.

Выводы. Виды измерений позволяют определить псевдодальность различных НИСЗ и определяют координаты GPS-приемников.

Данные методы применяются для решения задач контроля геодезических сетей, для наблюдения за сооружениями, топографической съемки, при построении цифровых моделей, при определении местоположения объектов местности, для получения координат линейных объектов и многого другого.

Литература

1. Афраймович, Э. Л. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли / Э. Л. Афраймович, Н. П. Перевалов. – Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 с.

УДК 629.361.3

Бузмаков В. С.

Научный руководитель: Шестаков Я. И., канд. техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СИСТЕМА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МАССЫ ГРУЗА В МУСОРОВОЗЕ

***Аннотация.** Показана система по определению массы погружаемого мусора в контейнер мусоровоза.*

***Ключевые слова:** мусоровоз, контейнер, масса.*

Постановка проблемы. Увеличение отходов, вырабатываемых человеком, приводит к существенному ухудшению состояния окружающей среды. При значительном их увеличении они становятся основными источниками загрязнения мест обитания человека. Проблемы, связанные со сбором, утилизацией и транспортировкой твердых бытовых отходов, являются самой серьезной проблемой экологии и санитарно-эпидемиологического состояния городов.

Отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, свидетельствуют об актуальности проблемы сбора и транспортировки твердых бытовых отходов. В нашей стране, в основном, используется схема сбора отходов без сортировки в стационарные контейнеры. Сбор отходов по раздельному типу проводится только в качестве экспериментов в более крупных городах, и он не получил большого распространения. [1].

В Йошкар-Оле для сбора и транспортирования бытовых твердых отходов применяются специализированные автомобили – мусоровозы. Большую часть автомобилей по вывозке мусора составляют мусоровозы с боковой загрузкой контейнеров.

В 2019 году по всей стране ввели мусорную реформу, которая имеет неоднозначные решения. Проблемы данной реформы необходимо устранять. Одной из возможных решений проблем является внедрение оплаты за количество перевезенного мусора в места переработки или хранения. Но здесь сталкиваются с проблемой по определению количества перевезенного мусора. Определять массу мусора по количеству

погруженных контейнеров неправильно, так как контейнер может быть недогружен или пуст.

В этой связи наиболее перспективным направлением по модернизации мусоровозов является оснащение системой определения массы погружаемого мусора в контейнер мусоровоза. Благодаря данной системе можно точно определить количество мусора, погружаемого с каждой площадки, что позволит решить проблему оценки перевозимого мусора от каждого дома.

Цель работы: разработка системы по определению массы погружаемого мусора в контейнер мусоровоза с боковой загрузкой.

Анализ результатов. Кузовной мусоровоз с боковой загрузкой состоит из манипулятора, ворошителя, прессующей плиты, надрамника и кузова. Все подвижные элементы приводятся в действие от гидропривода. Кузов мусоровоза устанавливается на надрамник. Задняя стенка кузова имеет возможность открытия при помощи гидроцилиндров. Загрузку бытовых отходов осуществляют через люк в крыше кузова, а разгружают подъемом кузова назад или при помощи толкающей плиты. Погрузка мусора с контейнеров осуществляется при помощи манипулятора путем высыпания в люк кузова, а пустой бак устанавливается обратно на площадку. Далее выгруженный мусор уплотняется при помощи толкающей плиты. Органы управления технологическим оборудованием располагаются снаружи около манипулятора для удобства управления. [2].

Данное устройство будет состоять из датчиков, снимающих показания, блока управления и блока сигнализации.

Блок управления будет собирать и обрабатывать данные с датчиков, также в нем будет храниться вся существующая информация, и программа по управлению и обработке будет передавать сигналы водителю на блок сигнализации и в пункт управления. После определения массы отходов блок подаст сигнал в блок сигнализации о достижении критической массы. Также после обработки всех сигналов определит массу отходов в кузове и подаст сигнал в блок сигнализации о массе груза в кузове. Блок управления можно установить в кабину мусоровоза, он будет состоять из процессора, аналого-цифрового преобразователя, преобразующего сигналы от датчиков в цифровые, модули GPRS для определения координат мусоровоза. Блок сигнализации установим рядом с рычагами управления технологическим оборудованием, чтобы оператор мог оперативно контролировать ситуацию.

Файлы о погруженной массе и месте погрузке будут храниться в блоке управления и оперативно подаваться в пункт управления. В пункте управления можно будет контролировать ситуацию по сбору мусора, определять где большое количество мусора и управлять ситуацией.



Схема расположения элементов устройства

Датчики измерения параметров будут фиксировать изменения давления рабочей жидкости в полости гидроцилиндра подъема манипулятора стрелы. Преобразование изменения давления рабочей жидкости в массу груза будет производиться в блоке управления.

Выводы

Разработана система, позволяющая определить массу контейнера в процессе подъема, предупреждающая о перегрузе технологического оборудования и грузоподъемности кузова мусоровоза, также данное устройство позволяет передавать сигналы в пункт управления.

Литература

1. Глобальная навигационная спутниковая система. Системы диспетчерского управления специальным автомобильным транспортом муниципальных служб. Требования к архитектуре, функциям и решаемым задачам системы диспетчерского управления транспортом по вывозу твердых бытовых отходов // ГОСТ Р 54029-2010. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
2. Эксплуатация машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов: монография / А. С. Носенко, Р. В. Каргин, А. А. Домницкий и др. – Шахты: ГОУ ВПО «ЮРГУЭС», 2009. – 81 с.

Иванов В. В., Свечников М. С., Хасанов Р. Э.

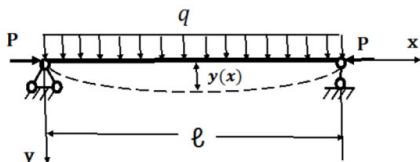
Поволжский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГИБА ОСИ БАЛКИ С НЕЛИНЕЙНЫМ ЗАКОНОМ ИЗМЕНЕНИЯ КРИВИЗНЫ

Аннотация. Предложена математическая модель продольно-поперечного изгиба балки с функцией кривизны оси, представленной формулой Тейлора по степеням первой производной прогиба.

Ключевые слова: нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка, продольно-поперечный изгиб, кривизна балки.

Введение. Статья посвящена задаче моделирования продольно-поперечного прогиба балки с учетом нелинейного закона изменения кривизны ее оси. В работе [1, с. 379] получено дифференциальное уравнение прогиба оси балки, на которую действует равномерно распределенная поперечная нагрузка q , продольная сосредоточенная сжимающая сила P , концы балки закреплены шарнирными опорами.



Тогда ось балки удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$\frac{u''(x)}{\left[1 + (u'(x))^2\right]^{\frac{3}{2}}} = -\frac{qx}{2EJ(x)}(l-x) - \frac{Pu(x)}{EJ(x)}. \quad (1)$$

Известные решения данного уравнения основаны на предположении о том, что в реальных конструкциях (например, балках междуэтажных перекрытий) прогибы $u(x)$ оси балки малы по сравнению с ее пролетом. Принимается приближенное равенство $(u')^2 \cong 10^{-4}$ [1, с. 215], вводится допущение $(u')^2 \ll 1$ и уравнение (1) принимает вид

$$u''(x) = -\frac{qx}{2EJ(x)}(l-x) - \frac{Pu(x)}{EJ(x)},$$

что значительно упрощает его решение.

Вместе с тем в расчетах продольно-поперечного изгиба балки сжимающая сила P может иметь значения, близкие к критической (по определению Эйлера) силе, и прогиб стремится к бесконечности. Допущение о малости квадрата производной становится неприемлемым.

Целью работы является исследование влияния нелинейного закона изменения кривизны на решение задачи прогиба балки.

Математическое моделирование. Преобразуем формулу кривизны, входящую в левую часть дифференциального уравнения (1). Для упрощения выкладок введем обозначение $z = u'(x)$ и рассмотрим функцию

$$f(z) = (1 + z^2)^{3/2}.$$

Применим к ней формулу Тейлора, положив в ней $n = 4$, $a = 0$ и отбрасывая остаточный член $\frac{f^{(n+1)}(\bar{z})}{(n+1)!} z^{n+1}$. Получим

$$f(z) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!} z + \frac{f''(0)}{2!} z^2 + \frac{f'''(0)}{3!} z^3 + \frac{f^{(4)}(0)}{4!} z^4.$$

$$f(z) = (1 + z^2)^{3/2}, \quad f(0) = 1,$$

$$f'(z) = 3z(1 + z^2)^{1/2}, \quad f'(0) = 0,$$

$$f''(z) = 3(1 + z^2)^{-1/2} + 3z^2(1 + z^2)^{-3/2}, \quad f''(0) = 3,$$

$$f'''(z) = 3z(1 + z^2)^{-3/2} + 6z(1 + z^2)^{-5/2} - 3z^3(1 + z^2)^{-5/2}, \quad f'''(0) = 0,$$

$$f^{(4)}(z) = 9(1 + z^2)^{-5/2} - 18z^2(1 + z^2)^{-7/2} + 9z^4(1 + z^2)^{-9/2}, \quad f^{(4)}(0) = 9$$

$$f(z) \cong 1 + \frac{3}{2!} z^2 + \frac{9}{4!} z^4.$$

Вернемся к прежним обозначениям

$$f(u') \cong (1 + 3(u')^2 + 9(u')^4). \quad (2)$$

Примем жесткость балки по длине постоянной $EJ = const$, подставим (2) в формулу кривизны и перепишем уравнение (1) в виде

$$u'' = - \left[\frac{qx}{2EJ} (l - x) - \frac{Pu}{EJ} \right] (1 + 3(u')^2 + 9(u')^4), \quad u(0) = 0, \text{ и } u(l) = 0. \quad (3)$$

Получили нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка с краевыми условиями [2, с. 233].

Поставим задачу: определить функцию $u(x)$, удовлетворяющую дифференциальному уравнению и краевым условиям (3).

Для решения задачи сведем уравнение (3) к системе дифференциальных уравнений первого порядка вида

$$v' = g(x, u, v),$$

$$u' = v,$$

где $g(x, u, v) = -\left[\frac{qx}{2EJ}(l-x) - \frac{Pu}{EJ}\right](1+3(v)^2+9(v)^4)$. Решение данной системы будем находить методом итераций [3, с. 256].

Литература

1. Соппротивление материалов: учебник для вузов / А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Н. И. Монахов и др. / под редакцией А. Ф. Смирнова. – М.: Высшая школа, 1975. – 480 с.
2. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учебное пособие/ Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова / под ред. Б. П. Демидовича. – СПб.: Лань, 2010. – 400 с.
3. Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. – СПб.: Лань, 2008. – 368 с.

УДК 519.623.4:539.376

Иванов В. В., Свечников М. С., Хасанов Р. Э.

Поволжский государственный технологический университет

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ПРОГИБЕ БАЛКИ МЕТОДОМ ПРОГОНКИ

Аннотация. Дана постановка задачи о продольно-поперечном изгибе балки, лежащей на упругом основании. Прогиб балки определяется методом прогонки.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение оси балки, разностная схема, рекуррентные формулы метода прогонки.

Введение. Рассматривается математическая модель продольно-поперечного прогиба балки, лежащей на упругом основании. В инженерной практике к таким объектам относят шпалы, рельсы железнодоро-

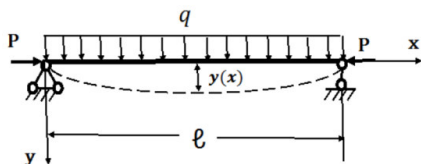
рожных путей, ленточные фундаменты зданий, фундаменты плотин, другие объекты.

В практических расчетах прогиб балки определяется путем аналитического или приближенного решения дифференциального уравнения вида $y'' = -\frac{M}{EJ}$ при заданных краевых условиях. Результаты решения, сложность алгоритма решения существенно зависят от вида функций, описывающих внешнюю нагрузку и физические свойства материала объекта [1, 2, 3].

Одним из известных методов решения данного уравнения является метод прогонки [4, 5]. Алгоритм метода сводит решение дифференциального уравнения к решению системы линейных алгебраических уравнений, что позволяет обойти известные трудности, связанные с решением краевых задач [4].

Целью работы является постановка задачи продольно-поперечного прогиба балки и запись алгоритма ее решения методом прогонки.

Математическое моделирование. Требуется определить прогиб оси балки (длины l) переменного сечения, на которую действует равномерно распределенная поперечная нагрузка $q(x)$, сосредоточенная сжимающая сила P . Балка лежит на сплошном основании, способном деформироваться и обладающем свойством упругости. Концы балки закреплены шарнирными опорами.



Основные допущения.

1. Гипотеза Фусса-Винклера о пропорциональной зависимости между реакцией упругого основания и величиной его просадки [1, с. 264].

2. Принцип независимости действия поперечных и продольных сил.

С учетом гипотезы Фусса - Винклера суммарная интенсивность распределенной поперечной нагрузки равна $p = q - k \cdot y$, где q – распределенная внешняя нагрузка, $k \cdot y$ – реакция упругого основания, y – просадка основания, k – коэффициент податливости основания.

Дифференциальное уравнение прогиба оси балки и краевые условия запишется в виде [1, с. 264, 376].

$$y'' + g(x)y = f(x), \quad y(0) = 0, \quad y(l) = 0, \quad (1)$$

где $g(x) = \frac{P-k}{EJ}$, $f(x) = -\frac{P \cdot x}{2EJ}(l-x)$.

Применим к полученному уравнению метод прогонки [5]. Заменяем уравнение и краевые условия в (1) системой конечно-разностных уравнений

$$\frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{h^2} + g_i y_i = f_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad y_0 = 0, \quad y(l) = 0.$$

Приведем подобные члены, получим

$$y_{i+1} + m_i y_i + k_i y_{i-1} = h^2 f_i = \varphi_i, \quad (2)$$

$$m_i = g_i h^2 - 2, \quad k_i = 1, \quad \varphi_i = h^2 f_i. \quad (3)$$

Уравнения (2) приводим к виду

$$y_i = c_i (d_i - y_{i+1}), \quad i = 1, 2, \dots, n-1, \quad (4)$$

где коэффициенты c_i , d_i вычисляются по формулам

$$c_1 = \frac{1}{m_1}, \quad d_1 = \varphi_1, \quad \text{при } i = 1, \quad (5)$$

$$c_i = \frac{1}{m_i - c_{i-1}}, \quad d_i = \varphi_i - c_{i-1} d_{i-1}, \quad \text{при } i = 2, 3, \dots, n. \quad (6)$$

Прямой ход метода прогонки. В узлах сетки $x_i = x_0 + ih$, $i = 0, 1, 2, \dots, n$ по формулам (3), (5) вычисляем значения m_i , φ_i , c_1 , d_1 , а затем по рекуррентным формулам (6) находим последовательно значения c_i , d_i при $i = 2, 3, \dots, n$.

Обратный ход. Как следует из общей формулы метода [5, с. 244] находим $y_n = 0$. Используя рекуррентную формулу (4) и полагая в ней $i = n-1, n-2, \dots, 1$, а также используя уже найденные значения c_n , d_n , c_{n-1} , d_{n-1} , находим последовательно y_{n-1} , $y_{n-2}, \dots, y_0$.

Литература

1. Соппротивление материалов: учебник для вузов / А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Н. И. Монахов и др. / под редакцией А. Ф. Смирнова. – М.: Высшая школа, 1975. – 480 с.
2. Пономарев, К. К. Составление и решение дифференциальных уравнений инженерно-технических задач: учебное пособие для физ.-мат. факульте-

тов пединститутов / К. К. Пономарев. – М.: Государственное учебно-педагогическое изд-во мин. просвещен. РСФСР, 1962. – 184 с.

3. Иванов, С. П. О методах решения нелинейных задач строительной механики / С. П. Иванов, О. Г. Иванов, А. С. Иванова // Современные проблемы фундаментального образования в техническом вузе: сборник статей. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – С. 49-52.

4. Березин, И. С. Методы вычислений / И. С. Березин, Н. П. Жидков. – Т. 2. – М.: Государственное изд-во физико-математической литературы, 1960. – 620 с.

5. Копченова, Н.В. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. – СПб.: Лань, 2008. – 368 с.

УДК 51 (062)

Конракова Н. В.

Научный руководитель: Нуримбетов А. У., д-р техн. наук, профессор
Тараский государственный университет имени М. Х. Дулати,
Казахстан

КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ОТКРЫТЫМ КЛЮЧОМ

Аннотация. В работе рассматривается криптографическая система с открытым ключом – система шифрования и/или электронной цифровой подписи (ЭЦП), при которой открытый ключ передаётся по открытому (то есть незащищённому, доступному для наблюдения) каналу, и используется для проверки ЭЦП и для шифрования сообщения. Для генерации ЭЦП и для расшифровки сообщения используется секретный ключ [1]. Большинство криптосистем с открытым ключом основаны на проблеме факторизации больших чисел. Сложность взлома такого алгоритма состоит в трудности разложения числа n на множители. Пока не разработаны лучшие алгоритмы разложения числа на простые множители, можно считать, что величина n от 100 до 200 цифр в настоящее время является достаточно безопасной.

В качестве примера приводятся пример программы, использующей асимметричный метод шифрования RSA.

Ключевые слова: криптография, открытый ключ RSA, электронно-цифровая подпись, шифрования сообщения.

Идея криптографии с открытым ключом очень тесно связана с идеей односторонних функций, то есть таких функций $f(x)$, что по известному x довольно просто найти значение $f(x)$, тогда как определение x

из $f(x)$ невозможно за разумный срок. Но сама односторонняя функция бесполезна в применении: ею можно зашифровать сообщение, но расшифровать нельзя. Поэтому криптография с открытым ключом использует односторонние функции с лазейкой. Лазейка – это некий секрет, который помогает расшифровать. То есть существует такой y , что, зная $f(x)$ и y , можно вычислить x .

Понять идеи и методы криптографии с открытым ключом помогает следующий пример – хранение паролей в компьютере. Каждый пользователь в сети имеет свой пароль. При входе он указывает имя и вводит секретный пароль. Для решения задачи используется односторонняя функция. При создании секретного пароля в компьютере сохраняется не сам пароль, а результат вычисления функции от этого пароля и имени пользователя. Стоит изменить хотя бы одну букву в имени или в пароле, и результат функции будет совершенно другим. Файл паролей может быть теперь просмотрен другими пользователями без потери секретности, так как функция практически необратимая.

Криптотекстом будет являться цепочка номеров, записанных в порядке их выбора в справочнике. Чтобы расшифровать текст, надо иметь справочник, составленный согласно возрастанию номеров. Этот справочник является лазейкой (секрет, который помогает получить начальный текст), известной только легальным пользователям. Не имея на руках копии справочника, криптоаналитик затратит очень много времени на расшифровку [2].

Схема шифрования с открытым ключом. Пусть K – пространство ключей, а e и d – ключи шифрования и расшифрования соответственно. E_e – функция шифрования для произвольного ключа $e \in K$, такая что: $E_e(m) = c$. Здесь $c \in C$, где C – пространство шифротекстов, а $m \in M$, где M – пространство сообщений. D_d – функция расшифрования, с помощью которой можно найти исходное сообщение m , зная шифротекст c : $D_d(c) = m$. $\{E_e: e \in K\}$ – набор шифрования, а $\{D_d: d \in K\}$ – соответствующий набор для расшифрования. Каждая пара (E, D) имеет свойство: зная E_e , невозможно решить уравнение $E_e(m) = c$, то есть для данного произвольного шифротекста $c \in C$ невозможно найти сообщение $m \in M$. Это значит, что по данному e невозможно определить соответствующий ключ расшифрования d . E_e является односторонней функцией, а d – лазейкой [1].

Криптография с несколькими открытыми ключами

Если используется одно подмножество ключей для шифрования, то для расшифрования требуются оставшиеся ключи множества. Такую схему можно использовать для n ключей. Преимущество этой

схемы заключается в том, что для её реализации нужно только одно сообщение и n ключей. Если передаются индивидуальные сообщения, то есть используются отдельные ключи для каждого агента (всего n ключей) и каждого сообщения, то для передачи сообщений всем различным подмножествам требуется $2^n - 2$ ключей. Недостатком такой схемы является то, что необходимо также широковещательно передавать подмножество агентов (список имён может быть внушительным), которым нужно передать сообщение. Иначе каждому из них придется перебирать все комбинации ключей в поисках подходящей. Также агентам придется хранить немалый объём информации о ключах.

Криптоанализ алгоритмов с открытым ключом. Большинство криптосистем с открытым ключом основаны на проблеме факторизации больших чисел. К примеру, RSA использует в качестве открытого ключа n произведение двух больших чисел. Сложность взлома такого алгоритма состоит в трудности разложения числа n на множители. Но эту задачу решить реально. И с каждым годом процесс разложения становится все быстрее. Также задачу разложения потенциально можно решить с помощью Алгоритма Шора при использовании достаточно мощного квантового компьютера.

Выводы. Для многих методов несимметричного шифрования криптостойкость, полученная в результате криптоанализа, существенно отличается от величин, заявляемых разработчиками алгоритмов на основании теоретических оценок. Поэтому во многих странах вопрос применения алгоритмов шифрования данных находится в поле законодательного регулирования. В частности, в России к использованию в государственных и коммерческих организациях разрешены только те программные средства шифрования данных, которые прошли государственную сертификацию в административных органах, в частности, в ФСБ, ФСТЭК [4].

Литература

1. Шнайер, Б. Прикладная криптография. 2-е изд. Протоколы, алгоритмы и исходные тексты на языке Си / Б. Шнайер. – М.: Диалектика, 2017. – 816 с.
2. Саломая, А. Криптография с открытым ключом / А. Саломая. – М.: Мир, 1995. – 318 с.
3. Принцип достаточной защиты // pmi.ulstu.ru/new_project/telecommunication/redar.htm.
4. Баричев, С. Криптография без секретов / С. Баричев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 43 с.

Назаров А. М.

Научный руководитель: Нуримбетов А. У., д-р техн. наук, профессор
Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати,
Казахстан

СИММЕТРИЧНЫЕ КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. Представлены различные способы шифрования. Полная утрата всех статистических закономерностей исходного сообщения является важным требованием к симметричному шифру. Важным требованием является отсутствие линейности (то есть условия $f(a) \text{ xor } f(b) = f(a \text{ xor } b)$), в противном случае облегчается применение дифференциального криптоанализа к шифру. Приведены алгоритмы симметричных криптографических систем.

Ключевые слова: симметричный шифр, шифрования, расшифрования, криптографический ключ.

Симметричные шифр – способ шифрования, в котором для шифрования и расшифрования применяется один и тот же криптографический ключ.

До изобретения схемы асимметричного шифрования единственным существовавшим способом являлось симметричное шифрование. Ключ алгоритма должен сохраняться в секрете обеими сторонами. Ключ алгоритма выбирается сторонами до начала обмена сообщениями.

В настоящее время симметричные шифры – это:

- блочные шифры. Обработывают информацию блоками определённой длины (обычно 64, 128 бит), применяя к блоку ключ в установленном порядке, как правило, несколькими циклами перемешивания и подстановки, называемыми раундами.
- поточные шифры, в которых шифрование проводится над каждым битом либо байтом исходного (открытого) текста с использованием гаммирования. Поточный шифр может быть легко создан на основе блочного (например, ГОСТ 28147-86 в режиме гаммирования), запущенного в специальном режиме.

Большинство симметричных шифров используют сложную комбинацию большого количества подстановок и перестановок.

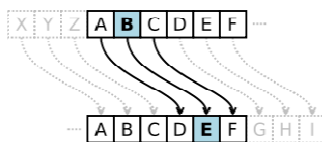
Типичным способом построения алгоритмов симметричного шифрования является сеть Фейстеля. Алгоритм строит схему шифрования на основе функции $F(D, K)$, где D – порция данных, размеров вдвое

меньше блока шифрования, а K – «ключ прохода» для данного прохода. От функции не требуется обратимость – обратная ей функция может быть неизвестна. Достоинства сети Фейстеля – почти полное совпадение дешифровки с шифрованием (единственное отличие – обратный порядок «ключей прохода» в расписании), что сильно облегчает аппаратную реализацию. Операция перестановки перемешивает биты сообщения по некоему закону. Операция перестановки линейна – $f(a \text{ хог } b) = f(a) \text{ хог } f(b)$. Операции подстановки выполняются как замена значения некоей части сообщения (часто в 4, 6 или 8 бит) на стандартное, жестко встроенное в алгоритм иное число путем обращения к константному массиву. Операция подстановки привносит в алгоритм нелинейность.

Параметры алгоритмов: стойкость, длина ключа, число раундов, длина обрабатываемого блока, сложность аппаратной/программной реализации.

Виды: Цезарь, Вижнер, Атбаш, Плайфаер, ADFGVX, XOR, Вернам, IDEA, RC2, RC4, DES, Triple DES, Rijndael(AES).

Шифр Цезаря – один из древнейших шифров. При шифровании каждый символ заменяется другим, отстоящим от него в алфавите на фиксированное число позиций. С точки зрения современного криптоанализа, шифр Цезаря не имеет приемлемой стойкости.



Шифр Цезаря

Математическая модель. Если сопоставить каждому символу алфавита его порядковый номер (нумеруя с 0), то шифрование и дешифрование можно выразить формулами: $y = x + k \pmod{n}$, $x = y + k \pmod{n}$, где x – символ открытого текста, y – символ зашифрованного текста, n – мощность алфавита (количество символов), k – ключ.

Шифр Вижнера – это метод шифрования буквенного текста с использованием ключевого слова. Этот метод является простой формой многоалфавитной замены.

Шифрование. Квадрат Вижнера или таблица Вижнера может быть использован для зашифрования и расшифрования. В шифре Цезаря каждая буква алфавита сдвигается на несколько позиций; например, в шифре Цезаря при сдвиге +3, А стало бы D, В стало бы Е и так далее. Шифр Вижнера состоит из последовательности нескольких

шифров Цезаря с различными значениями сдвига. Для зашифрования может использоваться таблица алфавитов, называемая квадрат Виженера. Применительно к латинскому алфавиту таблица Виженера составляется из строк по 26 символов, причём каждая следующая строка сдвигается на несколько позиций. На разных этапах кодировки шифр Виженера использует различные алфавиты из этой таблицы. На каждом этапе шифрования используются различные алфавиты, выбираемые в зависимости от символа ключевого слова.

Дешифрование. Расшифрование производится следующим образом: находим в таблице Виженера строку, соответствующую первому символу ключевого слова; в данной строке находим первый символ зашифрованного текста. Столбец, в котором находится данный символ, соответствует первому символу исходного текста. Следующие символы зашифрованного текста расшифровываются подобным образом.

Шифр Плейфера – ручная симметричная техника шифрования, в которой впервые использована замена биграмм. Шифр предусматривает шифрование пар символов (биграмм), вместо одиночных символов, как в шифре подстановки и в более сложных системах шифрования Виженера. Таким образом, шифр Плейфера более устойчив к взлому по сравнению с шифром простой замены, так как затрудняется частотный анализ. Он может быть проведен, но не для 26 возможных символов (латинский алфавит), а для $26 \times 26 = 676$ возможных биграмм. Анализ частоты биграмм возможен, но является значительно более трудным и требует намного большего объема зашифрованного текста.

Шифрование. Шифр Плейфера использует матрицу 5x5 (для латинского алфавита, для русского алфавита необходимо увеличить размер матрицы до 6x6), содержащую ключевое слово или фразу. Для создания матрицы и использования шифра достаточно запомнить ключевое слово и четыре простых правила. Чтобы составить ключевую матрицу, в первую очередь нужно заполнить пустые ячейки матрицы буквами ключевого слова (не записывая повторяющиеся символы), потом заполнить оставшиеся ячейки матрицы символами алфавита, не встречающимися в ключевом слове, по порядку (в английских текстах обычно опускается символ "Q", чтобы уменьшить алфавит, в других версиях "I" и "J" объединяются в одну ячейку). Ключевое слово может быть записано в верхней строке матрицы слева направо, либо по спирали из левого верхнего угла к центру. Ключевое слово, дополненное алфавитом, составляет матрицу 5x5 и является ключом шифра.

Шараев Е. В.

Научный руководитель: Луцик Ю. А., канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Республика Беларусь

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ POSTGRESQL МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. Рассмотрены некоторые методы построения алгоритмических композиций моделей машинного обучения при оптимизации запросов на чтение данных в РСУБД PostgreSQL.

Ключевые слова: машинное обучение, алгоритмические композиции, инкрементное обучение, concept drift, базы данных.

При оптимизации запросов в РСУБД PostgreSQL планы запросов подбираются без учета того, что атрибуты в отношении могут коррелировать между собой. Данное допущение уменьшает скорость запросов из-за увеличения ошибок при оценке величины cardinality (количество строк, которые необходимо обработать в ходе выполнения плана запроса). Для устранения данной проблемы может быть использован метод многомерных гистограмм [1], однако при этом подходе объем данных статистики возрастает экспоненциально, что является ограничением при сборе статистики по большому количеству атрибутов.

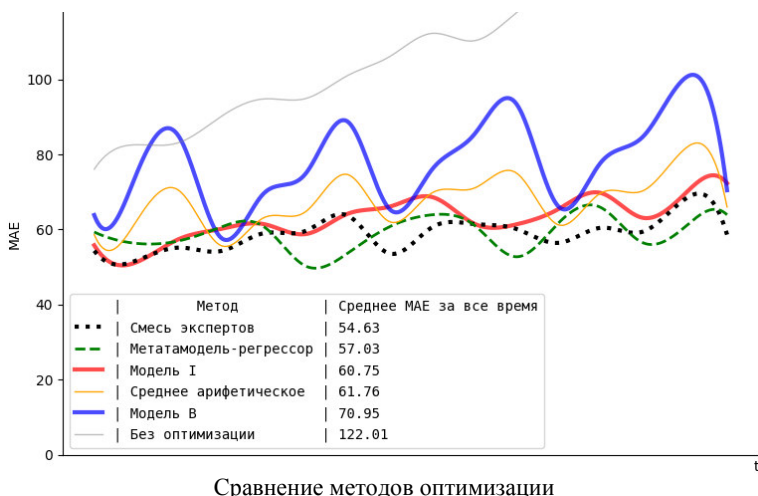
Существует также несколько подходов (включая программную реализацию [2]) с использованием алгоритмов машинного обучения. Одним из наиболее простых является подход, где каждому виду запросов будет соответствовать свой набор входных признаков и набор тренируемых параметров модели. Вид запроса будет определяться набором операторов и их аргументов (за исключением константных значений, которые определяют набор входных признаков для данного типа запроса). Результатом алгоритма машинного обучения будет величина cardinality.

Ввиду поступления запросов на запись (команды INSERT, UPDATE и т. д.), при решении задачи оптимизации запросов будет присутствовать concept drift (изменение распределения данных с течением времени [3]). Для адаптации к изменениям можно использовать два вида моделей машинного обучения: модель I, обучающаяся инкрементно после каждого запроса, и модель B, постоянно обучающаяся в фоне и независимо от запросов пользователя. В модели I будет

использован метод скользящего окна фиксированного размера [4] (но также возможно применение и более сложных методов). Одним из наиболее простых алгоритмов для такого метода является алгоритм k -ближайших соседей, для которого будут храниться не более n объектов, а при добавлении нового объекта будет удаляться тот, который добавлен позднее остальных. Модель В, ввиду обучения на данных в состоянии, которое может отличаться от актуального, должна будет постоянно обучаться заново, а прежде обученные параметры в это время можно использовать для предсказаний (с учетом, что точность будет падать по мере изменения данных).

Для того чтобы объединить результаты работы двух представленных видов моделей, можно воспользоваться методом алгоритмической композиции. Выделяют два принципа построения композиций [5]: специализация и усреднение. Следуя принципу «специализации», будет реализован метод «смеси экспертов». Используя принцип «усреднения», будут реализованы методы «среднее арифметическое» и «метамодель-регрессор».

Необходимо определить, насколько хорошо композиция работает при высокой интенсивности изменений, поскольку это ставит достаточно трудную задачу для адаптации алгоритмов к изменениям данных. В эксперименте будет использовано соотношение 90 запросов на запись к 10 запросам на чтение. Для иллюстрации процесса будет использован график зависимости средней абсолютной ошибки (MAE) между предсказанными и действительными значениями от времени. При этом для наибольшей достоверности будет сделано множество различных запросов, однако их данные будут использованы только для оценки средней ошибки в конкретный момент времени и не будут использованы для обучения моделей. Для эксперимента создана база данных 10000 пользователей от 0 до 100 лет с информацией о дате их рождения (dob) и академической степени (degree). Чтобы добавить зависимость между атрибутами, было введено правило: степень PhD может быть присвоена только после 28 лет с вероятностью 0,125, Master – после 24 лет с вероятностью 0,25, Bachelor – после 22 лет и с вероятностью 0,5. Каждый запрос на чтение выглядит как `SELECT * FROM users WHERE dob > $1 AND degree = $2`, где вместо \$1 и \$2 будут подставлены необходимые константы, которые будут использованы для получения признаков. Различают несколько видов концепт drift, однако в ходе эксперимента будет исследован только инкрементный [3] (данные изменяются непрерывно небольшими частями).



На рисунке видно, что без оптимизации MAE увеличивается почти линейно (ввиду инкрементных изменений в данных). Также видно, что MAE модели B непрерывно возрастает, а затем следует резкое падение, что соответствует загрузке в работающую модель новых параметров, натренированных в фоне. Также видно, что модель I в среднем работает лучше, чем среднее арифметическое, хотя на некоторых участках MAE все же оказывается ниже, чем у моделей I и B. «Метамодель-регрессор» работает лучше, чем модель I в одиночку, однако наибольший прирост точности наблюдается именно при использовании «смеси экспертов».

Таким образом, была продемонстрирована эффективность применения различных методов композиции алгоритмов, однако более детальные выводы должны быть сделаны именно после большого количества испытаний с разными данными и разными типами запросов.

Литература

1. Furtado P., Madeira H. Summary Grids: Building Accurate Multidimensional Histograms, 1999.
2. Ivanov O., Bartunov S. Adaptive Cardinality Estimation // arXiv:1711.08330 [cs, stat]. 2017.
3. Gama J. [и др.]. A survey on concept drift adaptation // ACM Computing Surveys. 2014. № 4 (46).
4. Gama J. Learning with Drift Detection / J. Gama, P. Medas, G. Castillo, P. Rodrigues, 2004. 286-295 с.
5. Воронцов К. В. Лекции по алгоритмическим композициям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// www.MachineLearning.ru](http://www.MachineLearning.ru).

Секция «БИОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

УДК 626.88; 627.882

Балашова К. В.

Научный руководитель: Введенский О. Г, канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЛОТКОВЫЙ РЫБОХОД

Аннотация. *Рассматриваются негативные последствия гидротехнического строительства, в частности перекрытия нерестовых миграций рыб. Проанализированы недостатки действующих конструкций рыбопропускных сооружений. Предложены пути совершенствования конструкций рыбоходных сооружений.*

Ключевые слова: *водохранилище, нерестовые миграции рыб, рыбоход, рыбоподъемник.*

Строительство плотин и водохранилищ на реках ведет к зарегулированию стока, что, в свою очередь, влечет за собой сезонное, суточное или многолетнее перераспределение стока реки. Данное обстоятельство резко изменяет гидрологические характеристики рек и приводит к превращению лотических экосистем в лентические. При этом происходит исчезновение или резкое сокращение численности и ареалов реофильных и диадромных рыб. Плотины резко изменяют условия миграций рыб. Нерестовые миграции против течения приостанавливаются плотинами, что ведет к прекращению естественного воспроизводства, а покатные миграции заканчиваются гибелью рыб в турбинах ГЭС и в водохранилище. У туводных рыб вместо единого стада образуются два стада – выше плотины и ниже ее. Зарегулирование стока, как правило, ведет к разрушению популяционной системы воспроизводства проходных и многих жилых видов рыб [1].

При зарегулировании стока в условиях каскада водохранилищ на участке «река – водохранилище – река» трижды происходит резкое изменение видового и количественного состава покатной молоди рыб. Так, в зоне выклинивания подпора уровня водохранилища происходит гибель реофилов; в самом водохранилище увеличивается число лимнофилов. Также происходит и массовый вынос пелагических рыб через плотину, и их гибель при скате через турбины ГЭС из-за баротравм при перепаде гидростатического давления. Кроме того,

регулирование стока в течение суток или сезона оказывает мощное влияние на рыб. Так, регулирование в течение суток вызывает резкие колебания уровня воды, ведет к осушению прибрежных мелководий и к гибели икры и молоди рыб. Особенно сильное влияние оказывают сезонная деформация стока, его межсезонное перераспределение и уменьшение весеннего паводка, приходящегося на период нерестовых миграций и размножения рыб. При этом снижаются стимулирующее воздействие стока и привлечение в реку физиологически подготовленных производителей рыб, исключается своевременное затопление пойм рек, где не только нерестятся, но и нагуливаются многие виды [2].

За счет естественного нереста воспроизводятся и еще многие годы будут воспроизводиться почти все морские и значительная часть пресноводных рыб. Однако условия естественного воспроизводства во многих местах значительно ухудшаются человеком: естественные нерестилища загрязняются, на нерестилищах нарушается необходимый гидрологический режим и ухудшается их кормность. Иногда затрудняется доступ к естественным нерестилищам, причем это может иметь место не только в условиях гидростроительства, а и в случае пересыхания рек в межень или в результате строительства запаней, бонов и др. [2].

С целью восстановления миграционных путей рыб на зарегулированных реках в составе гидроузлов необходимо устраивать рыбопропускные сооружения. Существующие в настоящее время рыбопропускные сооружения делят на рыбоходы и рыбоподъемники [3, 4]. В рыбоходах рыбы перемещаются благодаря их активному движению на всём протяжении рыбопропускного устройства, а в рыбоподъемниках – за счёт работы самого сооружения, где рыбы не затрачивают собственной энергии на преодоление водного напора.

Рыбоподъемники обладают рядом существенных недостатков: цикличность действия; несоответствие биологическим особенностям рыб; наличие движущихся элементов; отличие условий выпуска рыб в верхний бьеф от речных условий; сложность в эксплуатации и др. [3, 4].

В свою очередь, рыбоходы являются наиболее распространенным, исследованным и широко используемым на практике видом рыбопропускных сооружений. Они представляют собой открытые каналы [4]. Рыбоходы в своей работе используют естественное стремление рыб идти на нерест против течения. Поэтому условия пропуска рыб в рыбоходах близки к естественным условиям. В основе работы действующих рыбоходов лежит технология создания транзитных течений с благоприятным для движения рыб гидравлическим режимом. Специально организованное транзитное течение используют для привлечения рыб в рыбо-

ход, ориентации и стимуляции их движения по его маршевым камерам, а также с целью создания условий для отдыха рыб в водоворотных зонах, формируемых как в маршевых камерах, так и в камерах отдыха. Несмотря на очевидные достоинства перед рыбоподъёмниками, используемые в настоящее время конструкции рыбоходов имеют очень существенный недостаток, значительно, а в отдельных случаях и полностью снижающий эффективность рыбопропуска. Суть данного недостатка заключается в следующем. Известно что, для водохранилищ характерны регулярные технологические колебания уровня воды, приводящие к изменению на гидроузле перепада между бьефами. Однако от последнего напрямую зависит скорость транзитного (привлекающего рыбу) течения по длине рыбоходного тракта. Поэтому она также подвержена регулярным колебаниям. Это обстоятельство приводит к нарушению условий эффективного пропуска рыб. Поскольку в случае величины перепада между бьефами большей расчетной формируется в рыбоходе транзитное течение с непреодолимо высокими для рыб скоростями, меньшей – повлечёт за собой слабое выделение привлекающего шлейфа и отсутствие условий для поступательного движения рыб против течения вверх по рыбоходу. С целью устранения указанного недостатка рыбоходов нами предложены классические конструкции рыбоходов, работающих по новой технологии, которая заключается в стабилизации гидравлических условий пропуска рыб через гидроузел с помощью гидравлических струй [3, 4, 5].

Литература

1. Введенский, О. Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла / О. Г. Введенский // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2013. – №4. – С. 67-81.
2. Введенский, О. Г. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения на гидравлических струях: монография / О. Г. Введенский. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 264 с.
3. Введенский, О. Г. Математическая модель потока, образованного параллельными гидравлическими струями в программной среде MathCad / О. Г. Введенский // Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – Вып. 6. – С. 156-162.
4. Введенский, О. Г. Пути повышения эффективности работы рыбоходных сооружений в условиях циклического изменения уровней бьефов гидроузла / О. Г. Введенский // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2010. – №1. – С. 59-68.
5. Пат. 2342485 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф / О. Г. Введенский (РФ). – №2006141959/03; Заявлено 27.11.2006; Оpubл. 27.12.2008, Бюл. № 36. – 14 с.

Бахтин А. Л.

Научный руководитель: Ануфриев М. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ РЕСУРСОВ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** Созданы тематические карты, характеризующие динамику ресурсов растительного и животного мира Республики Марий Эл для эколого-географического атласа.*

***Ключевые слова:** тематическая карта, геоинформационная система, лесистость.*

В рамках работ по эколого-географическому атласу Республики Марий Эл, при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русского географического общества» (договор 12/2017-Р), на основании данных государственного лесного реестра по состоянию на 01.01.2019 г. в геоинформационной системе MapInfo созданы карты, характеризующие динамику ресурсов растительного и животного мира Республики Марий Эл в разрезе административных районов.

Вся имеющаяся информация была сгруппирована по административным районам и лесничествам Республики Марий Эл. После чего в геоинформационной системе MapInfo были объединены атрибутивная информация, характеризующая леса Марий Эл в разрезе районов и лесничеств с картографическими слоями, содержащими границы выше указанных территориальных единиц. Полученные слои были использованы для тематического картографирования.

При создании тематических карт использовался метод диапазонов. Это такой тип тематической Карты, в которой объекты показаны различными цветами или штриховками в зависимости от значений одного из параметров объектов. Число диапазонов и их пределы может настраивать пользователь. MapInfo группирует записи с близкими значениями тематической переменной и присваивает созданным группам единый цвет, тип символа или линии. [1]

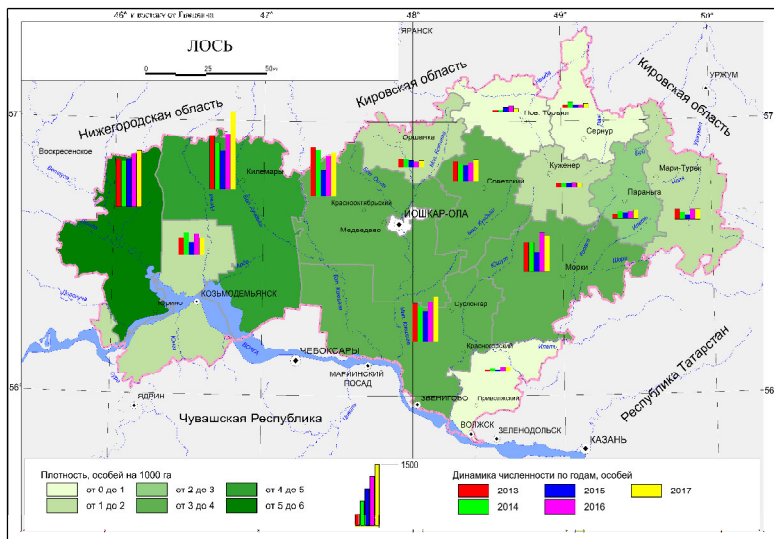


Рис. 1. Численность основных видов охотничьих ресурсов – лось

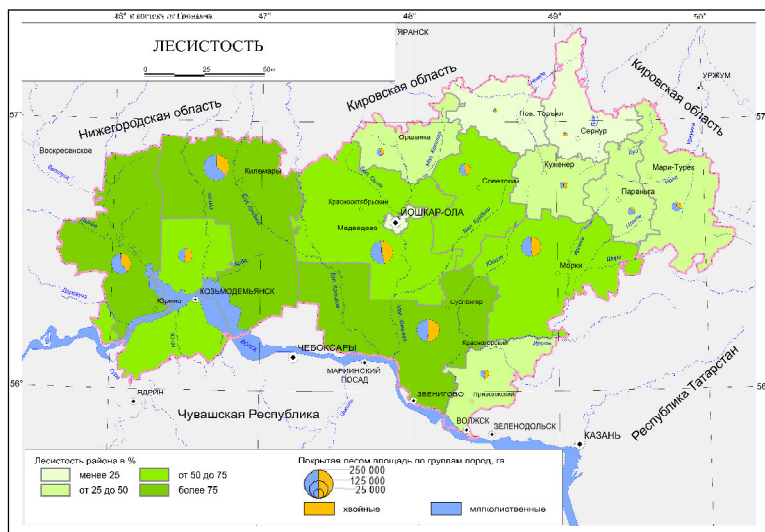


Рис. 2. Лесистость по административным районам, %

Для оформления карт, кроме полученных тематических слоев, использовались слои: с границами субъектов РФ, гидрографией, населенными пунктами и картографической сеткой.

В ходе выполнения исследовательской работы были созданы тематические карты: Численность основных видов охотничьих ресурсов лось (рис. 1), запаса древесины на 1 га покрытой лесом площади (рис. 2), запаса древесины хвойных, мягколиственных и твердолиственных пород на 1 га покрытой лесом площади, распределения лесных насаждений по преобладающим породам и классам бонитета, прирост и возраст лесных насаждений, численность основных видов охотничьих ресурсов кабана, бурого медведя, зайца-беляка, глухаря, кряквы,

Литература

1. Справочник MapInfo Сайт [Электронный ресурс]: библиотека литературы для ГИС MapInfo. – Режим доступа: <http://glab2007.narod.ru/d/milib.html> (дата обращения 23.03.2018).

УДК 332.13:631.1

Гилимханов М. А.

Научные руководители: Гончаров Е. А., канд. с.-х. наук, доцент;

Колесов А. В., канд. экон. наук

Поволжский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

***Аннотация.** В работе предложена методика интегральной оценки интенсивности использования сельскохозяйственных угодий. В геоинформационной системе MapInfo создана тематическая карта, характеризующая интегральную оценку интенсивности использования сельскохозяйственных угодий Республики Марий Эл.*

***Ключевые слова:** тематическая карта, геоинформационная система, сельскохозяйственные угодья.*

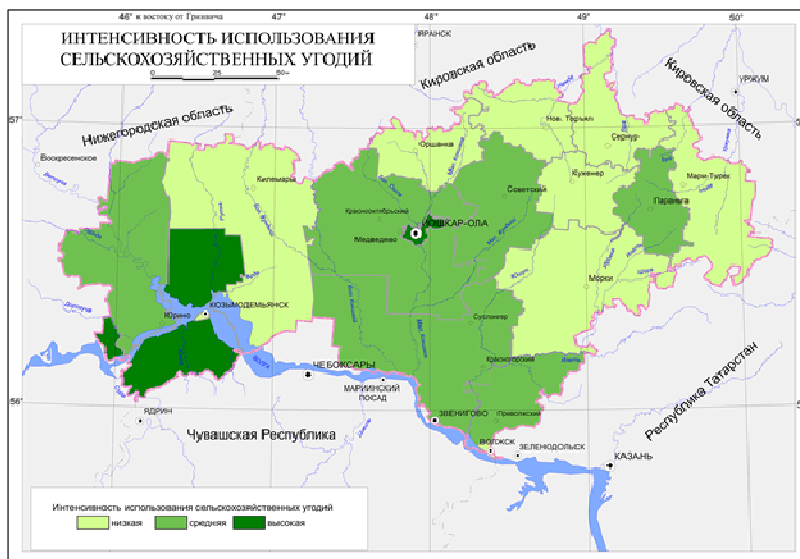
Сельское хозяйство является фоновым видом природопользования и оказывает существенное воздействие на экологическое состояние территорий. Активность природопользования характеризуется объемом (величиной и распространением по площади) нагрузок, которое оно производит на природу. Знание этого объема позволяет предсказывать и степень нарушений в окружающей среде и оценить, насколько они могут превзойти предел устойчивости природных комплексов.

Целью данной работы стало определение интенсивности использования сельскохозяйственных угодий. Для этого последовательно решались задачи: изучить структуру сельскохозяйственных угодий Республики Марий Эл; определить показатели, характеризующие интенсивность сельского хозяйства на основе статистических данных, рассчитать интегральную оценку интенсивности сельского хозяйства в разрезе муниципальных образований РМЭ и в программе MapInfo, разработать тематическую карту.

Сельскохозяйственные угодья в Марий Эл занимают 33,1%, леса – 56,8%, болота – 1,4%, дороги – 1,7%, полигоны отходов – 0,01%, под водой находится 3,6% территории. В структуре угодий преобладает пашня (60,5%), а также кормовые угодья (21%). При этом общая распаханность территории составляет 20%.

Сельское хозяйство является второй по значимости отраслью экономики Марий Эл, которая обеспечивает почти пятую часть валового регионального продукта. Ведущей отраслью животноводства Марий Эл является птицеводство, занимающее лидирующее положение как в условном поголовье скота (более 60%), так и по объёму выручки. На втором месте по поголовью находится разведение крупного рогатого скота, на третьем – свиноводство, но по величине выручки эти отрасли животноводства меняются местами. Земледелие в республике в значительной мере ориентируется на потребности животноводства. Так, в структуре посевных площадей более 40% приходится на кормовые культуры. На втором месте по площади посевов находятся зерновые и зернобобовые культуры, но и в их составе преобладают ячмень, овёс и зернобобовые, которые тоже преимущественно идут на корм для животных. В отличие от зерновых, которые почти целиком выращивают в коммерческих целях, картофель и овощи высаживают преимущественно в личных хозяйствах, 80 и 63% соответственно [3].

Для оценки интенсивности сельскохозяйственного освоения муниципальных образований республики были использованы следующие показатели: интенсивность производства зерна, картофеля, овощей, мяса скота и птицы, молока и яиц. При этом интенсивность рассчитывалась, как отношение процента производства соответствующей продукции от объёма республиканского производства к доле сельскохозяйственных угодий муниципального образования от общей площади сельхозугодий республики. Оценка интенсивности определялась, как сумма показателей интенсивности отдельных видов продукции. Исходными данными послужили статистические данные по муниципальным образованиям [2].



Интенсивность использования сельскохозяйственных угодий
(интегральная оценка)

Данная методика нами была использована при разработке тематической карты «Интегральная оценка интенсивности использования сельскохозяйственных угодий Республики Марий Эл» для Эколого-географического атласа Республики Марий Эл. [3]. Тематическая карта строилась по алгоритму, изложенному в [1].

Муниципальные образования по оценке интенсивности были классифицированы на 3 группы: высокая интенсивность (значение индекса более 20), средняя интенсивность (значение индекса от 5 до 10), низкая интенсивность (значение индекса менее 5). При этом у 2 муниципальных образований (городской округ г. Волжск и городской округ г. Козьмодемьянск) индекс не рассчитывался в связи с отсутствием данных о производстве с/х продукции. Низкая интенсивность означает, что отдача с гектара сельскохозяйственных угодий ниже, чем в среднем по Марий Эл, средняя и высокая показывает превышение средних показателей.

Литература

1. Гилимханов, М. А. Разработка тематической карты промышленности Республики Марий Эл / М. А. Гилимханов, Е. А. Гончаров, А. В. Колесов // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы XIII международной

молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 20-21 апреля 2018 г.): в 4 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – Ч. 3. – С. 163-165.

2. БД «Показатели муниципальных образований» [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики [сайт]. [1999-2018] – Режим доступа: http://maristat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/maristat/ru/statistics/db/ (дата обращения 15.03.2019).

3. Эколого-географический атлас Республики Марий Эл [Электронный ресурс] // География Марий Эл (geo12.рф) [сайт]. – Режим доступа: <http://geo12.рф/atlas/5-2-аграрно-промышленный-комплекс/> (дата обращения 20.03.2019).

УДК 635.925

Дрозд В. М.

Научный руководитель: Ефремова Л. П., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ВИДОВ И СОРТОВ БАДАНА КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ

Аннотация. *Изучение вегетативного размножения 6 видов и сортов бадана.*

Ключевые слова: *бадан гибридный, вегетативное размножение.*

Бадан (*Bergenia*) — это многолетнее травянистое растение семейства Камнеломковые (*Saxifragaceae*) с толстым, почти горизонтальным корневищем и крупными кожистыми блестящими листьями, краснеющими к осени. Розовые цветки растения бадана собраны на верхушке невысоких стеблей в плотные соцветия. Плод – коробочка с многочисленными мелкими черными семенами. Высота растения 25-40 см. Родина – Центральная Азия. Именно суровые условия произрастания сделали травянистое растение неприхотливым и способным зимовать в любом регионе нашей страны. Удивительная особенность бадана состоит не только в красоте соцветий, но и в замечательных целебных свойствах: листья и корневища многолетника богаты аскорбиновой, дубильной и галловой кислоты, каротина.

Цель исследования – отработать технологию вегетативного размножения 7 видов и сортов бадана.

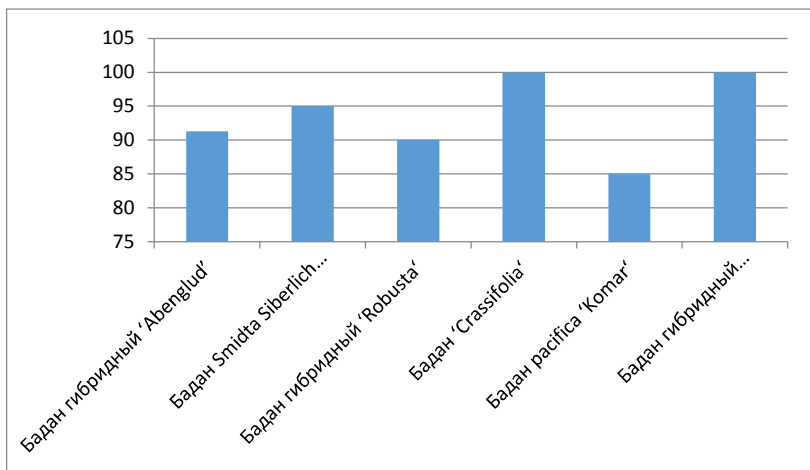
Объектами исследования были виды и сорта бадана гибридного *Bergenia hybrida* hort: 'Abenglud', 'Robusta', 'Mongenrote', бадан Шмидта (*Bergenia x schmidtii* hort), 'Siberlich Cristatum', бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L)Fritsch), бадан тихоокеанский (*Bergenia pacifica* Kom) 'Komar'.

Технология размножения. Перечисленные выше виды и сорта размножали делением корневищ в середине июля.

Предварительно подготавливали парник. Использовали субстрат торф с песком в соотношении 2:1. После внесения субстрата его поверхность выравнивали и хорошо утрамбовывали почву. Для дезинфекции субстрата его проливали 1% горячим раствором перманганата калия.

Срезанные или выкопанные разросшиеся корневища бадана очищали и отряхивали от земли. Убирали с корневища засохшие черные листья и разрезали на части по количеству верхушечных розеток. Срезы обрабатывали древесным углем. Листья укорачивали наполовину для уменьшения транспирации. Деленки высаживали в парник, без заглубления корневой шейки. Парник закрывали рамами. Через 3 месяца высаживали растения в открытый грунт. Участок разбивали на гряды размером 1 м². Деленки высаживали по схеме 20*20 см. После посадки деленки обильно поливали. Перед каждым видом и сортом устанавливали этикетки с названием вида или сорта. Уход заключался в поливе, прополке, рыхлении, подкормках.

При пересадке измеряли количество вновь образовавшихся листьев, длину и ширину листьев.



Процент укоренившихся деленок

Результаты исследования показали, что процент укоренившихся деленок у разных видов и сортов варьировал от 50 до 100 (рисунок).

Хуже укоренился сорт бадана тихоокеанского 'Komar' (85%). У остальных видов и сортов укоренялось от 90 до 95 процентов деленок. У бадана толстолистного и бадана гибридного 'Mongenrote' укоренялось 100% деленок.

Количество образовавшихся листьев у молодых растений на момент пересадки варьировало от 2 до 5, длина листа от 5 до 7 см, ширина листа от 5 до 8 см. Наименьшее количество листьев по 2 отмечали у видов и сортов бадана толстолистного и бадана тихоокеанского 'Komar'; наибольшее – у бадана гибридного 'Abenglud' - 5.

Минимальная длина листа была у сорта бадана гибридного 'Mongenrote' (4,9 см) и бадана pacifica 'Komar' (5,1 см), а максимальная – у бадана Шмидта 'Siberlich Cristatum' (6,8 см).

Более узкие листья были у сорта бадана гибридного 'Mongenrote' (4,7 см), большую ширину листьев отмечали у бадана Шмидта 'Siberlich Cristatum' (7,5 см).

Таким образом, баданы могут быть успешно размножены методом деления корневища.

Важная особенность бадана – непритязательность ухода и освещения – позволяет выращивать растение как в тени, так и под прямыми солнечными лучами. Благодаря своим ползущим корневищам, бадан эффективно застилает почву, не допуская появления сорняков.

Применение баданов в озеленении многоплановое. Они могут использоваться для обрамления водоемов, в бордюрах. Низкорослые сорта можно высаживать в каменистых садах, комбинируя с различными растениями.

УДК 635.925

Иванова Е. Г.

Научный руководитель: Ефремова Л. П., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет.

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ СОРТОВ ХОСТЫ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ

***Аннотация.** Изучение вегетативного размножения 11 сортов хосты гибридной.*

***Ключевые слова:** хоста гибридная, вегетативное размножение.*

Хоста (*Hosta*) – это многолетнее травянистое растение семейства Спаржевых (*Asparagaceae*) с компактным или коротковетвистым корневищем. Крупные листья хосты – её главное украшение: они отличаются по форме, размерам и окраске в зависимости от сорта. Цветоносы высокие – до 100 см. Высота хосты в среднем – 50-80 см. Родина – Япония, Корея и Китай. Хосту предпочитают за неприхотливость и универсальность: хоста красива, холодостойка, засухоустойчива, растет на свету и в тени и отлично дополняет другие растения.

Цель: отработать технологию вегетативного размножения сортов хосты гибридной

Объектами исследования были сорта хост гибридной: '*Blue Cadet*'; '*Patriot*'; '*Knock Out*'; '*Red Oktober*'; '*Wide Brim*'; '*Revolution*'; '*Blue Mouse Ears*'; '*Guacamole*'; '*Nigth dido Christmas*'; '*Golden Tiara*'; '*Stripteas*'.

Технология размножения. Перечисленные выше сорта размножали зелеными черенками в середине июля.

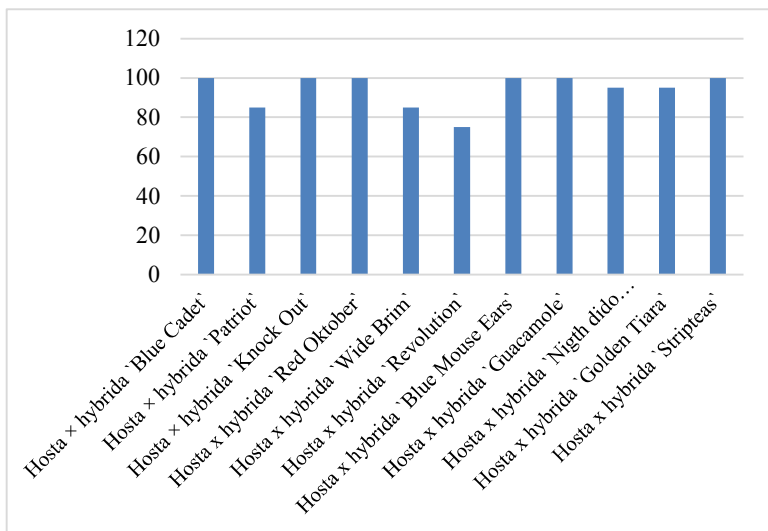
Предварительно подготовили парник. Использовали субстрат торф с песком в соотношении 2:1. После внесения субстрата его поверхность выравнивали и хорошо утаптывали почву. Для дезинфекции субстрата его проливали 1% горячим раствором перманганата калия.

Разросшиеся кусты хост выкапывали и отряхивали от земли. Разрезали куст и в качестве черенков брали молодые побеги с «пяткой». Срезы обрабатывали древесным углём. Листья укорачивали наполовину для уменьшения транспирации. Черенки высаживали в парник. Парник закрывали рамами. Через 3 месяца высаживали растения в открытый грунт. Участок разбивали на гряды 1 м². Черенки высаживали по схеме 15х10 см. После посадки обильно поливали. Перед каждым сортом устанавливали этикетки с названием сорта. Уход заключался в поливе, прополке, рыхлении.

При пересадке подсчитывали процент укоренившихся черенков, количество образовавшихся листьев, длину и ширину листьев, количество образовавшихся корней и длину наибольшего корня.

Результаты исследования показали, что процент укоренившихся черенков у разных сортов варьировал от 75 до 100% (рисунок).

Хуже укоренился сорт гибридной '*Revolution*' (75%). У остальных сортов укоренились от 85 до 95 процентов черенков. У сортов хосты гибридной '*Blue Cadet*'; '*Knock Out*'; '*Red Oktober*'; '*Blue Mouse Ears*'; '*Guacamole*'; '*Stripteas*' укоренились все черенки.



Процент укоренения черенков

Количество образовавшихся листьев у молодых растений на момент пересадки варьировало от 1 до 8. Длина листа была от 1,6 см до 15 см, ширина листа – от 1,2 см до 11,2 см. Количество образовавшихся корней от 1 до 38, длина наибольшего корня – от 2 см до 33 см.

Наибольшее количество образовавшихся листьев у сортов хосты гибридной 'Patriot'; 'Knock Out'; 'Wide Brim'; 'Revolution'; 'Golden Tiara'; 'Sripteas' (1 шт.), наименьшее количество – у сортов хосты гибридной 'Guacamole' (8 шт.).

Минимальная длина была у сорта хосты гибридной 'Blue Mouse Ears' (1,6 см), а максимальная – у хосты гибридной 'Patriot' (15 см).

Более узкие листья были у сорта хосты гибридной 'Blue Mouse Ears' (1,2 см), а наиболее широкие – у хосты гибридной 'Patriot' (11,2 см).

Короткие корни были у сорта хосты гибридной 'Patriot' (2 см), а более длинные – у хосты гибридной 'Sripteas' (33 см).

Наименьшее количество образовавшихся корней было у сорта хосты гибридной 'Blue Mouse Ears' (1 шт.), а наибольшее – у хосты гибридной 'Guacamole' (38 шт.).

Таким образом, хосты могут быть успешно размножены методом черенкования.

Хоста ценна, в первую очередь, своими очаровательными листьями, которые бывают узкими, округлыми или сердцевидными, от 5 до 38 см в длину. Блестящие и матовые, гладкие и фактурные, листья хосты различаются еще и по окраске: от темной сине-зеленой до светлой, почти кремовой. Весьма популярны сорта хосты с окаймленными или раскрашенными листьями.

Широко применяется в декоративном садоводстве при создании клумб, рабаток, бордюров. Некоторые крупные растения – прекрасные солитеры. Теневыносливость хост позволяет с успехом выращивать их в самых темных уголках сада.

УДК 634.18:581.47

Исупова И. А.

Научный руководитель: Мухаметова С. В., канд. с.-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

ПЛОДОНОШЕНИЕ ВИДОВ РЯБИНЫ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ ПГТУ

***Аннотация.** Приведены результаты исследования параметров плодов четырех видов рябины в 2018 г.: масса, размеры, выход воздушно-сухого сырья. Рябина ария характеризовалась крупными плодами, остальные виды – мелкими. Большие значения выхода сырья соответствуют более крупным плодам.*

***Ключевые слова:** рябина, *Sorbus*, плодоношение, плод, масса, размеры.*

Рябина (*Sorbus*) – род листопадных деревьев или крупных кустарников семейства Розоцветных. Высота растений достигает 25 м. Листья могут быть очередные, простые, цельные, перисторассечённые, лопастные или сложные, непарноперистые, по краям зубчатые или пильчатые. Цветки обоеполые, белые, светло-желтые или розовые, собраны в щитовидные соцветия; опыляются насекомыми. Плоды – 2-5-гнездные яблочки шаровидной или грушевидной формы, красные, коричневые или черные, горько-кислые или сладкие [1]. Плоды рябины обладают поливитаминным, желчегонным, диуретическим, болеутоляющим, гипотензивным, кровоостанавливающим, противовоспалительным действием [2].

Целью исследования являлось изучение показателей плодов видов рябины. Исследования были проведены в 2018 г. Объектами изучения стали образцы четырех рябин коллекции БСИ ПГТУ (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл) [3]. Плоды собирали в сентябре-октябре в фазу их массового созревания. Размеры 30 плодов измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Для определения массы одного плода взвешивали 3 навески по 100 шт. на электронных весах SJCE VIBRA с точностью до 0,1 г. Плоды высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре 70°C в электрической сушилке для овощей и фруктов ЭСОФ-0,5/220 «Ветерок». Выход воздушно-сухих плодов, выраженный в процентах, получали отношением массы сухих плодов к массе свежесобранных. Данные обработаны с помощью пакета анализа прикладной программы Microsoft Excel [4].

Полученные данные приведены в таблице.

Показатели плодов видов рябины в 2018 г.

Наименование вида	Размер плодов, мм		Масса плода, г	Выход сырья, %
	Длина	Диаметр		
Р. амурская	9,6±0,21	8,5±0,22	0,4±0,02	22,3±0,43
Р. ария	14,4±0,28	14,0±0,24	1,7±0,05	34,1±0,25
Р. обыкновенная	9,0±0,21	8,8±0,19	0,4±0,01	28,5±0,12
Р. сибирская	8,1±0,14	8,4±0,16	0,3±0,01	28,5±0,26
Среднее	10,3±1,40	9,9±1,36	0,7±0,32	28,3±2,41

Длина плодов изученных видов изменялась в среднем от 8,1 до 14,4 мм, диаметр – от 8,4 до 14,0 мм. Самыми мелкими плодами характеризовалась р. сибирская, самыми крупными – р. ария. По длине плодов виды различались между собой на статистически достоверном уровне при $\alpha=0,05$ (лишь р. амурская и р. обыкновенная – при $\alpha=0,10$). По диаметру плодов существенное различие выявлено у р. ария от остальных видов. У всех изученных 4 видов длина плодов превышает диаметр, то есть плоды имеют несколько вытянутую форму, но лишь у р. амурской данное различие статистически значимо.

Масса одного плода варьировала от 0,3 (р. сибирская) до 1,7 г (р. ария). Масса коррелировала и с диаметром плодов ($r=1,00$), и с их длиной ($r=0,98$). Различие между большинством видов статистически достоверно при $\alpha=0,05$ (лишь между р. сибирской и р. обыкновенной – при $\alpha=0,10$). В целом, р. ария обладала крупными плодами, остальные виды – мелкими.

Выход воздушно-сухого сырья изменялся от 22,3 % (р. амурская) до 34,1 % (р. ария). Большинство видов по данному параметру достоверно различались между собой, кроме р. обыкновенной и р. сибир-

ской. Коэффициент корреляции между массой плодов и выходом сырья составил 0,76, что свидетельствует о положительной тесной связи между показателями.

Таким образом, изучены параметры плодов 4 видов рябины в БСИ ПГТУ. К видам с крупными плодами отнесены р. ария, с мелкими – р. амурская, р. сибирская, р. обыкновенная. Средние значения длины плодов составили от 8,1 до 14,4 мм, диаметра – от 8,4 до 14,0 мм. Выход воздушно-сухого сырья варьировал от 22,3 до 34,1 %, его корреляция с массой плодов тесная положительная. Полученные данные имеют практическое значение для использования плодов рябины в лекарственных и пищевых целях.

Литература

1. Лесная энциклопедия: Т. 2 / Гл. ред. Г. И. Воробьев; Ред. кол.: Анучин Н. А., Атрохин В. Г., Виноградов В. Н. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 631 с.
2. Растительные лекарственные средства / Н. П. Максютин, Н. Ф. Комиссаренко, А. П. Прокопенко и др.; Под ред. Н. П. Максютин. – Киев: Здоровье, 1985. – 280 с.
3. Ботанический сад-институт ПГТУ: история, коллекции, исследования / С. М. Лазарева, С. В. Мухаметова, Л. В. Сухарева [и др.]. – Йошкар-Ола: Стринг, 2014. – 108 с.
4. Математические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: лабораторный практикум / В. Л. Черных, Н. А. Власова, Н. Г. Киселева и др. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. – 80 с.

УДК 634.17

Кожина Н. А.

Научный руководитель: Мухаметова С. В., канд. с.-х. наук
Поволжский государственный технологический университет

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ БОЯРЫШНИКОВ СЕКЦИИ *STARAEGUS* В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ ПГТУ

***Аннотация.** В данной работе рассмотрены морфометрические показатели боярышников секции *Crataegus* в Ботаническом саду-институте ПГТУ. Средняя высота видовых растений в возрасте от 25 до 52 лет варьирует от 3,2 до 5,2 м, средний диаметр ствола – от 3,2 до 5,7 см. Сорта боярышников не достигли предельной высоты, среди них Б. средний 'Paul's Scarlet' отличается пониженной зимостойкостью.*

Ключевые слова: боярышник, *Crataegus*, высота, диаметр, морфометрические показатели.

Боярышник (*Crataegus* L.) – декоративное растение, которое применяется в озеленении садов, парков и скверов, а также представляет лекарственную и пищевую ценность. Известно, что достигаемые древесными растениями размеры, зависящие от видовых особенностей, являются их важнейшим качеством для решения утилитарных и декоративных задач (Колесников, 1974).

Цель работы состояла в изучении морфометрических показателей растений боярышников секции *Crataegus* в БСИ ПГТУ.

Объектами исследования были 3 вида и 2 сорта боярышника коллекции БСИ ПГТУ (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл). Виды представлены в экспозиции «Дендрарий», сорта – «Фрутицетум».

Исследование проводили в 2015 году. Определение жизненных форм проводили по классификации И. Г. Серебрякова (1962). Морфометрические показатели определяли с помощью высотомера, измерительной ленты и мерной вилки. Данные обрабатывали с использованием пакета анализа данных программы Microsoft Excel.

Результаты исследования приведены в таблице.

Характеристика боярышников секции *Crataegus*

Наименование таксона	Возраст, лет	Высота, м	Количество стволов, шт.	Диаметр ствола, см
Б. однопестичный	36	4,7±0,75	2,5±0,50	5,5±1,22
Б. обыкновенный 1	52	4,6±0,82	1,2±0,20	5,7±0,56
Б. обыкновенный 2	25	3,2±0,31	2,8±0,91	3,2±0,39
Б. волжский	36	5,2±0,30	1,8±0,22	4,4±0,52
Б. сглаженный 'Plena'	12	2,6	1,0	2,0
Б. средний 'Paul's Scarlet'	9	0,9±0,4	1,0±0	2,0±0

Исследование показало, что виды боярышников в условиях г. Йошкар-Олы характеризуются жизненной формой немногостовольного дерева или дерева лесостепного типа высотой в среднем от 3,2 до 5,2 м. Минимальной высотой обладает второй образец Б. обыкновенного в возрасте 25 лет, максимальной – Б. волжский в возрасте 36 лет. Средний диаметр ствола варьирует от 3,2 см (Б. обыкновенный 2) до 5,7 см (Б. обыкновенный 1). Растения всех видов характеризуются высокой зимостойкостью, за исключением Б. однопестичного, у которого в отдельные годы могут подмерзать однолетние побеги.

Растения сортовых боярышников не достигли предельной высоты в силу молодого возраста. Б. средний 'Paul's Scarlet' ежегодно поврежда-

ется в зимний период и имеет минимальную высоту. Б. сглаженный 'Plena' отличается высокой зимостойкостью и ежегодным цветением.

Таким образом, все изученные растения видовых боярышников сохраняют присущую им в естественных условиях произрастания жизненную форму дерева. Они могут быть использованы в озеленении для создания солитерных, групповых, рядовых посадок и живых изгородей. Среди двух исследованных сортов представляет перспективность Б. сглаженный 'Plena', в то время как Б. средний 'Paul's Scarlet' за период выращивания в условиях Ботанического сада-института ПГТУ показал низкую зимостойкость, единичное цветение и не рекомендуется для широкого применения.

Литература

1. Колесников, А. И. Декоративная дендрология / А. И. Колесников. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 704 с.
2. Серебряков, И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных / И. Г. Серебряков. – М.: Высшая школа, 1962. – 378 с.

УДК 626.88; 627.882

Кузнецова Н. Н.

Научный руководитель: Введенский О. Г., канд. техн. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА В РЫБОХОДНО-НЕРЕСТОВЫХ КАНАЛАХ

Аннотация. *Рассматриваются негативные последствия гидротехнического строительства, в частности перекрытия нерестовых и покатных миграций рыб. Проанализированы недостатки действующих конструкций рыбопропускных сооружений. Предложен новый вариант рыбоходно-нерестового канала.*

Ключевые слова: *водохранилище, нерестовые и покатные миграции рыб, рыбоход, рыбоподъемник, рыбоходно-нерестовый канал.*

Анадромные и покатные миграции рыб являются важнейшими циклами в жизни многих видов рыб [1]. Анадромная миграция характерна для рыб, живущих в северном полушарии. Данный вид миграции заключается в движении рыб от мест нагула к местам нереста. Покатная миграция проявляется в движении рыб вниз по течению, в

так называемом скате молоди от мест рождения к местам нагула. Адаптивное значение таких миграций заключается в том, что они необходимы для воспроизводства вида, поддержания ареала обитания использования его трофической части. Данные миграции как биологическое явление характерны не только для проходных и полупроходных рыб, но, и для туводных видов рыб.

В результате гидротехнического строительства анадромные или нерестовые миграции против течения преграждаются плотинами, что ведет к прекращению естественного воспроизводства. В свою очередь, покатные миграции заканчиваются гибелью рыб при скате через турбины ГЭС из-за баротравм вследствие перепада гидростатического давления. Поэтому решение задач по обеспечению естественного воспроизводства в условиях водохранилищ имеет высокую практическую значимость. Кроме того, на сегодняшний день организация естественного воспроизводства рыб в условиях гидротехнического строительства на реках не имеет приемлемых и эффективных технических решений, что также подчеркивает актуальность данной проблемы [2, 3].

Рыбоходы являются наиболее распространенным, исследованным и широко используемым на практике видом рыбопропускных сооружений. Они представляют собой открытые каналы, выполненные с постоянным или переменным уклоном по длине [3,4]. В своей работе рыбоходы используют естественное стремление рыб идти на нерест против течения. Поэтому условия пропуска рыб в рыбоходах близки к естественным условиям. Несмотря на очевидные достоинства перед рыбоподъёмными сооружениями, рыбоходы имеют очень существенный недостаток, значительно, а в отдельных случаях и полностью снижающий эффективность рыбопропуска. Данный недостаток заключается в следующем. Известно, что для гидроузлов характерно суточное и недельное колебание бьефов гидроузла, проявляющееся в изменении действительного напора, приходящегося на плотину гидроузла. В свою очередь, скорость транзитного потока по длине рыбоходного тракта напрямую зависит от разницы уровней бьефов гидроузла. Поэтому скорость транзитного потока также подвержена суточным и недельным колебаниям, что недопустимо. Большая разница уровней бьефов гидроузла чревата непреодолимыми высокими скоростями транзитного потока в рыбоходе для рыб, достаточно малый напор повлечёт за собой слабое выделение привлекающего шлейфа. Кроме того, действующие конструкции рыбоходных сооружений не пригодны для обеспечения покатных миграций [3].



Рыбоходно-нерестовый канал в створе Чебоксарского гидроузла:

- 1 – привлекающий рыбу поток воды; 2 – шлюз-регулятор;
- 3 – регулятор расхода воды; 4 – нерестилище для литофильных видов рыб;
- 5 – рыбоходно-нерестовый канал; 6 – нерестилище для фитофильных рыб;
- 7 – переливная плотина

Для решения противоречий в сложившейся ситуации мы предлагаем совместить возможность перевода рыб из нижнего бьефа гидроузла с организацией мест для нереста [4]. В частности, мы предлагаем вариант рыбоходно-нерестового канала для Чебоксарского водохранилища (рисунок). Рыбоходно-нерестовый канал представляет собой искусственный водопроводящий тракт, имитирующий рельеф речного русла: плесы и перекаты; поймы и русла. На участках канала с определенными гидравлическими условиями укладывают соответствующие виды субстрата для кладки икры.

Для организации транзитного течения по длине рыбоходно-нерестового канала, оптимального для привлечения и пропуска производителей рыб, мы предлагаем использовать каскад переливных плотин. В результате проведенного математического моделирования в среде MatCAD вычислено, что при глубине водотока около 4 м создание переливной плотины высотой 0,40 м поднимает уровень воды до 0,15 м без образования буруна на поверхности воды. В этом случае для преодоления напора Чебоксарской ГЭС (максимальный статистический напор при НПУ=63 м составляет 13,9 м) потребуется порядка 90 шт. плотин. Таким образом, каскадный способ возведения переливных плотин позволяет:

- во-первых, исключить наличие препятствий для миграции рыбы и малотоннажному судоходству;
- во-вторых, избежать аварийных сбросов воды из-за разрушения ряда переливных плотин каскада, так как дополнительный сброс воды будет небольшим и это не приведет к переполнению русла канала.

Литература

1. Введенский, О. Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла / О. Г. Введенский // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2013. – №4. – С. 67-81.
2. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения на гидравлических струях: монография / О. Г. Введенский. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 264 с.
3. Введенский, О. Г. Комплекс мероприятий по обеспечению естественного воспроизводства рыбы в условиях Чебоксарского водохранилища / О. Г. Введенский, А. Г. Обухов, Е. С. Фарафонова // Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – Вып. 6. – С. 163-169.
4. Пат. 2406801 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ пропуска молоди рыб через гидроузел при покатной миграции / О. Г. Введенский (РФ). – №2009117031/21; Заявлено 04.05.2009; Опубл. 20.12.2010, Бюл. № 35. – 12 с.

УДК 635.9

Носкова А. А.

Научный руководитель: Ефремова Л. П., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ДЕКОРАТИВНО-ЛИСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ОДНОЛЕТНЕЙ КУЛЬТУРЫ

Аннотация. Изучено сезонное развитие декоративно-лиственных растений однолетней культуры.

Ключевые слова: сезонное развитие, декоративно-лиственные однолетние растения.

Декоративно-лиственные однолетние растения ценятся за красивую форму и окраску листьев. Они относятся к разным семействам и происходят, в основном, из Азии, Америки и Африки.

Цель: изучить сезонное развитие десяти видов и сортов декоративно-лиственных однолетних растений.

Объекты исследования: цинерария приморская 'Серебряная пыль' (*Cineraria maritime* Wulf. ex Steud), колеус гибридный 'Нефрит' (*Coleus hybridus* Cobeau), сальвия хорминум 'Голубой монарх' (*Salvia horminum* var. *viridis* Briq), дихондра серебристая 'Серебристый водопад' (*Dichondra argentea* Humb. & Bonpl. ex Willd) колеус гибридный 'Визарт' смесь (*Coleus x hybridus* Wizard mix Cobeau), капуста огородная 'Чудо' (*Brassica oleracea* Rouy & Foucaud), капуста огородная 'Смесь окрасок' (*Brassica oleracea* Rouy & Foucaud), амарант трехцветный 'Иллюминайшн' (*Amaranthus gangeticus* Wall) амарант двухцветный 'Гламурный блеск' (*Amaranthus bicolor gangeticus* Wall), молочай окаймленный 'Ранний снег' (*Euphorbia marginata* Engelm & A.Gray).

Проведение исследования: посев производился в три этапа 25.03, 14.04, 20.04.2018 года. Заранее подготавливали емкости и субстрат. В качестве субстрата использовали универсальный почвогрунт, который обеззараживали горячим 1% раствором марганцовокислого калия.

Уход заключался в прополке, поливе.

Проводили наблюдения за развитием растений согласно методике Бейдемана [1], фиксировались даты наступления и продолжительность следующих фенофаз: от посева до: появления первых всходов, появления семядольных листьев, последних всходов, проявления декоративных признаков и высадки рассады в открытый грунт.

Результаты исследования представлены в таблице.

Даты наступления фенофаз декоративно-лиственных однолетних культур

№	Наименование	Количество суток от посева до...					
		появления первых всходов	появления семядольного листа	первого настоящего листа	проявление декоративных признаков	появления последних всходов	высадки в открытый грунт
1	Цинерария приморская 'Серебряная пыль'	25.03-28.03	25.03-28.03	25.03-14.04	25.03-22.04	25.03-11.04	25.03-15.06
2	Колеус гибридный 'Нефрит'	25.03-29.03	25.03-29.03	25.03-14.04	25.03-21.04	25.03-11.04	25.03-25.06
3	Сальвия хорминум 'Голубой монарх'	25.03-27.03	25.03-28.03	25.03-30.03	25.03-4.05	25.03-1.04	25.03-20.06
4	Дихондра серебристая 'Серебристый водопад'	25.03-27.03	25.03-27.03	25.03-2.04	25.03-26.04	25.03-7.04	25.03-30.06

Окончание таблицы

5	Колеус гибридный 'Визарт'	14.04-17.04	14.04-17.04	14.04-25.04	14.04-1.05	14.04-22.04	14.04-20.06
6	Капуста огородная 'Чудо'	14.04-19.04	14.04-20.04	14.04-30.04	14.04-14.05	14.04-19.04	14.04-20.06
7	Капуста огородная 'Смесь окрасок'	14.04-19.04	14.04-20.04	14.04-30.04	14.04-14.05	14.04-19.04	14.04-20.06
8	Амарант трехцветный 'Иллюминейшн'	14.04-15.04	14.04-17.04	14.04-26.04	14.04-1.05	14.04-27.04	14.04-20.06
9	Амарант двухцветный 'Гламурный блеск'	14.04-15.04	14.04-17.04	14.04-26.04	14.04-1.05	14.04-27.04	14.04-20.06
10	Молочай окаймленный 'Ранний снег'	20.04-27.04	20.04-27.04	20.04-07.05	20.04-15.05	20.04-04.05	20.04-20.06

Из таблицы видно, что от посева до появления первых всходов проходило от одних до семи суток. Раньше всех появлялись всходы у амаранта сортов: 'Гламурный блеск' и 'Иллюминейшн' – через одни сутки. Дольше длилось прорастание семян у молочая окаймленного 'Ранний снег' – 7 суток. Количество суток от посева до появления семидольных листьев составляло от 3 (циннерария приморская 'Серебряная пыль', сальвия хорминум 'Голубой монарх', колеус гибридный 'Визарт', амаранта сортов: 'Гламурный блеск' и 'Иллюминейшн', до 7 (молочай окаймленный 'Ранний снег').

Количество суток от посева до последних всходов было от 5 (капуста огородная сортов: 'Чудо', 'Смесь окрасок') до 17 (циннерария приморская 'Серебряная пыль' и колеус гибридный 'Нефрит').

Проявление декоративных признаков отмечали на 16-46 сутки. Раньше всех декоративность проявлялась у амаранта сортов: 'Гламурный блеск' и 'Иллюминейшн', позже у молочая окаймленного 'Ранний снег'.

Продолжительность выращивания растений с момента посева до высадки рассады в открытый грунт составляла от 62 суток до 98 суток. Меньшее количество времени прошло у молочая окаймленного 'Ранний снег', 61 день, самое большее время прошло у циннерарии приморской 'Серебряная пыль', колеуса гибридного 'Нефрит', сальвии хорминум 'Голубой монарх', дихондры серебристой 'Серебристый водопад'.

Таким образом, исследование культур можно разделить на быстро развивающиеся (колеус гибридный 'Визарт', амаранта сортов: 'Гламурный блеск' и 'Иллюминейшн'; капуста огородная сортов: 'Чудо', 'Смесь окрасок'; молочай окаймленный 'Ранний снег') и медленно раз-

вивающиеся (циннерария приморская 'Серебряная пыль', сальвия хорминум 'Голубой монарх', колеус гибридный 'Нефрит', дихондра серебристая 'Серебристый водопад').

Все виды и сорта относятся к декоративно-лиственным растениям, они подходят и применяются в ковровых клумбах, рабатках, бордюрах, дихондра ампельная – в вертикальном озеленении. Большее количество из перечисленных растений, рассмотренных при исследовании, могут перенести незначительные заморозки, также могут расти до первого снега, такие как сорт капусты декоративной и молочая окаймленного. Исходя из этого, можно сделать вывод, что если взять устойчивые к заморозкам виды и скомпоновать вместе в клумбе или рабатке, или бордюре, то ландшафтный объект будет дольше декоративен.

Литература

1. Бейдеман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдеман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 154 с.

УДК 314.1:502.11

Смирнов А. С.

Научные руководители: Гончаров Е. А., канд. с.-х. наук, доцент;

Ворожцов Д. М., канд. техн. наук

Поволжский государственный технологический университет

ПОТЕНЦИАЛ ПОЛЯ РАССЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

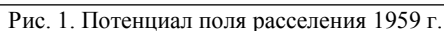
***Аннотация.** В работе приводятся данные расчетов потенциалов поля расселения населения на территории Республики Марий Эл на основе сравнения данных 1959 и 2010 гг., установлены тенденции изменения системы расселения, которые согласуются с изменениями в структуре хозяйственной деятельности и уровня антропогенного воздействия.*

***Ключевые слова:** расселение, потенциал поля расселения, антропогенная нагрузка.*

Оценка антропогенного воздействия на природные комплексы – одна из основных задач организации рационального природопользования. Естественно предположить, что чем выше плотность населенных пунктов и их людность, тем выше уровень антропогенного воздействия на территорию.

Объектом исследования послужила территория республики Марий Эл и прилегающие к ней территории соседних субъектов с населенными пунктами, оказывающими существенный вклад в значение потенциала поля расселения республики.

Результаты и обсуждение. На основе данных переписи населения 1959 [3] и 2010 года [4] и координат населенных пунктов, определенных с помощью программы SAS.Planet, в разработанном расчетном модуле в MS Excel были рассчитаны потенциалы поля расселения в точках, расположенных по регулярной сетке с шагом 2 км. Далее в программе MapInfo методом интерполирования строились тематические карты (рис. 1, 2) [5].



Анализ потенциалов поля расселения позволяет сделать следующие выводы:

1) происходит существенное снижение потенциалов в западной левобережной части республики, что связано с прекращением лесозаготовок и снижением людности лесных поселков;

2) происходит увеличение потенциалов в окрестностях районных центров, что связано с концентрацией в них населения, и наоборот – снижение потенциалов на перифериях муниципальных районов;

3) также происходит усиление потенциалов вдоль основных транспортных магистралей;

4) в целом происходит поляризация системы расселения с ядрами в административных центрах и усилением «разрывов» между локальными системами расселения на фоне общего снижения численности населения и количества населенных пунктов.

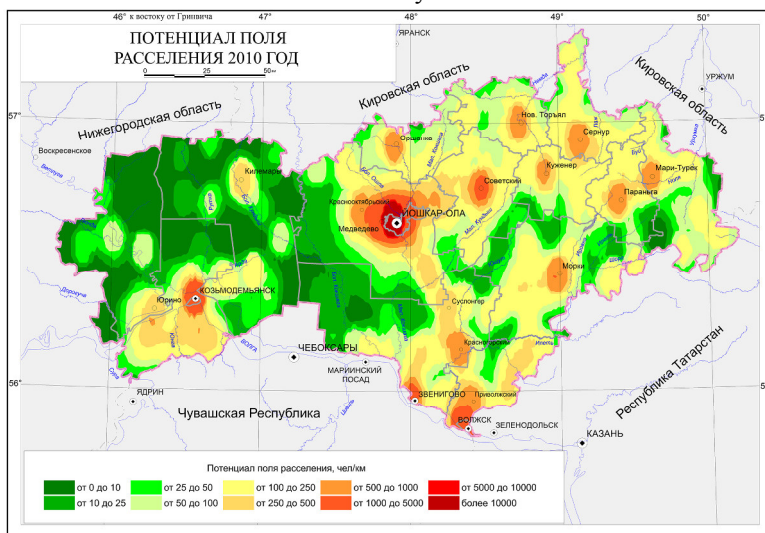


Рис. 2. Потенциал поля расселения 2010 г.

Данная тенденция хорошо согласуется с изменением антропогенной нагрузки на территорию, особенно в связи с сокращением площадных видов природопользования: лесопромышленного и сельскохозяйственного – и увеличения интенсивности природопользования в пригородных зонах.

Результаты работы были использованы при разработке «Эколого-географического атласа республики Марий Эл».

Литература

1. Ягельский, А. География населения / А. Ягельский. – М.: Прогресс, 1980. – 383 с.
2. Смирнов, А. С. Использование показателя потенциала поля расселения для оценки антропогенной нагрузки на территорию заповедника «Большая Кокшага» / А. С. Смирнов, Е. А. Гончаров // Научному прогрессу – творчество молодых: матер. XIII междунар. молод. научн. конф. по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 20-21 апреля 2018 г.): в 4 ч. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – Ч. 3. – С. 66-69.
3. Всесоюзная перепись населения 1959 года [Электронный ресурс] // Демоскоп Weekly [сайт] – Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=3> (дата обращения 17.03.2019).
4. Итоги Всероссийской переписи населения 2010 года [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики [сайт] – Режим доступа: http://maristat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/maristat/ru/census_and_researching/census/national_census_2010/score_2010/ (дата обращения 18.03.2019).
5. Эколого-географический атлас Республики Марий Эл [Электронный ресурс] // География Марий Эл (geo12.рф) [сайт]. – Режим доступа: <http://geo12.рф/atlas/3-2-расселение-населения/> (дата обращения 19.03.2019).

УДК 58.006:502.75

Соколова К. И.

Научный руководитель: Окач М. А., инженер БСИ ПГТУ
Поволжский государственный технологический университет

ХОРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ОТКРЫТОГО ГРУНТА БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ПГТУ

***Аннотация.** Представлен анализ видового состава коллекции «Декоративные травянистые многолетники» лаборатории интродукции и акклиматизации травянистых растений БСИ ПГТУ (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл) по географическому принципу. Выявлено преобладание видов с ареалами, расположенными на территории Голарктического царства Бореально-го подцарства.*

***Ключевые слова:** травянистые растения, ботанический сад, флористические области, эндемичные виды, хорологические группы.*

Цель настоящего исследования – анализ видового состава коллекции «Декоративные травянистые многолетники» лаборатории интро-

дукции и акклиматизации травянистых растений БСИ ПГТУ (г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл) по географическому принципу.

Коллекция «Декоративные травянистые растения» насчитывает 1237 таксонов *Magnoliophyta*. Среди них 1062 таксона – это гибриды, сорта, формы, 175 таксонов – виды и нотовиды (Коллекционные фонды..., 2011). Для исследования были взяты 159 видов и форм, прошедших первичную интродукцию. Объектами исследования являлись виды и формы травянистых растений родовых комплексов *Astilbe* Buch.-Ham. ex D.Don, *Heuchera* L., *Dahlia* Cav., *Gladiolus* L., *Iris* L., *Hemerocallis* L., *Allium* L., *Narcissus* L., *Paeonia* L., *Tulipa* L., *Phlox* L., *Lilium* L., а также тематических коллекций «Почвопокровные растения» и «Малораспространенные декоративные многолетники».

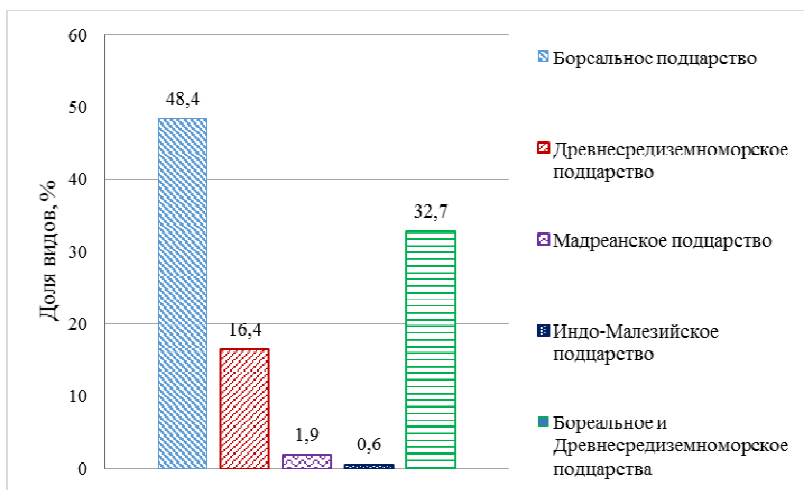
Методики исследования. Флористические области видов приведены по А. Л. Тахтаджяну (1978). Материалы обработаны с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты исследования. Наиболее широко в коллекции представлено семь семейств, составляющих 67% от всех изучаемых видов. Распределение семейств по хорологическим группам приведено в таблице.

Доля распределения наиболее представленных семейств коллекции «Декоративные травянистые растения» по хорологическим группам, %

Семейство	Подцарство				Доля от общего числа видов, %
	Бореальное	Древне-средиземно-морское	Бореальное + Древнесредиземноморское	Мадреанское	
<i>Alliaceae</i>	41	41	18	–	21
<i>Hyacinthaceae</i>	15	46	39	0	8
<i>Iridaceae</i>	33	9	58	0	8
<i>Asteraceae</i>	47	–	40	13	9
<i>Crassulaceae</i>	75	6	19	–	10
<i>Ranunculaceae</i>	60	–	40	–	6
<i>Rosaceae</i>	88	–	12	–	5

Согласно хорологическому анализу, большая часть коллекции принадлежит к Голарктическому флористическому царству, за исключением одного вида, располагающегося на территории Палеотропического царства. К Бореальному подцарству принадлежит 48,4% анализируемых видов (рисунок).



Распределение видов по географическим группам

В составе изучаемой коллекции представлено 7 эндемичных видов. Ареалы обитания четырех из них расположены в Древнесредиземноморском подцарстве, двух – в Бореальном, и один вид занимает небольшую территорию смежных провинций Бореального и Древнесредиземноморского подцарства.

Анализ распределения семейств по хорологическим группам показал, что ареалы представителей *Rosaceae* (88%), *Crassulaceae* (75%), *Ranunculaceae* (60%), *Asteraceae* (47%) и *Alliaceae* (41%) расположены на территории Бореального подцарства. Ареалы *Hyacinthaceae* (46%) и *Alliaceae* (41%) находятся на территории Древнесредиземноморского подцарства.

У представителей *Iridaceae* (58%), *Asteraceae* (40%), *Ranunculaceae* (40%), *Hyacinthaceae* (39%) ареалы занимают территорию двух подцарств: Бореального и Древнесредиземноморского.

Заключение. Таким образом, географический анализ показал преобладание в коллекции декоративных травянистых многолетников видов с ареалом на территории Голарктического царства Бореального подцарства.

Литература

1. Тахтаджян, А. Л. Флористические области Земли / Тахтаджян, А. Л. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.
2. Коллекционные фонды Ботанического сада-института МарГТУ / Л. И. Котова [и др.]; отв. ред. С. М. Лазарева. Изд. 2-е, доп., испр. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. – 152 с.

МОНИТОРИНГ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. КАЗАНИ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ

Щербакова К. Э.

Научный руководитель: Зарипова С. Н., д-р. техн. наук, доцент
Казанский государственный энергетический университет

Аннотация. Рассмотрены вопросы мониторинга мест размещения полигонов твердых бытовых отходов методами дистанционного зондирования Земли.

Ключевые слова: геоинформационные системы, мониторинг, твердые бытовые отходы, данные дистанционного зондирования.

В последнее время проблема размещения и успешного функционирования объектов Твердых бытовых отходов (ТБО) является одной из главных экологических проблем в мире. Проблема утилизации отходов в Российской Федерации продолжает оставаться крайне острой. Выбор участка размещения полигона твердых бытовых отходов в условиях городской среды и оценка качества его функционирования являются одним из главных вопросов городского планирования вследствие большого влияния его на состояние окружающей среды [3].

Основными причинами для незаконного размещения ТБО являются: изменившаяся с годами структура потребления населения; новые виды отходов; увеличение доли различного рода упаковок; устаревшие технологии сбора и переработки; значительный износ оборудования; недостаточный контроль за сферой образования отходов, отсутствие четкой системы учета и анализа движения ТБО.

Продолжается процесс внедрения новых технологий утилизации отходов ТБО. На данный момент источниками образования ТБО на территории Республики Татарстан являются организации, промышленные предприятия, население, объекты инфраструктуры. На объемы образования отходов влияет плотность населения, которая превышает среднероссийский показатель в три раза. Для сбора ТБО в республике в настоящее время используется одноступенчатая схема, то есть отходы с территорий собираются в специальные контейнеры, расположенные в утвержденных местах (контейнерные площадки), затем доставляются специально оборудованными транспортными средствами на объекты захоронения. Таким образом, актуальность работы связана с фактической оценкой участка, выбранного ТБО, определением основных пространственных характеристик полигонов их картографирова-

нием и оценкой их влияния на компоненты ландшафта прилегающей территории с использованием спутниковых снимков среднего и высокого пространственного разрешения [1].

Объект исследования – полигоны размещения ТБО на территории г. Казани Республики Татарстан.

Цель работы – выявить распределение и провести анализ объектов размещения ТБО на территории г. Казани с использованием спутниковых снимков и ГИС-технологий. Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) получение исходных спутниковых изображений Landsat 8 и Sentinel 2;
- 2) определение местоположения объектов ТБО в пределах территории г. Казани на спутниковых снимках;
- 3) создание тематической карты объектов ТБО;
- 4) определение контуров захоронения ТБО с помощью программного пакета ENVI-5.

Работа основывается на комплексном использовании дистанционных, полевых и камеральных методов исследований (рис. 1). Для дешифрирования участков складирования твердых бытовых отходов используются методы пошаговой классификации спутниковых снимков и геостатистический анализ с применением программ ENVI и ArcGIS [2].

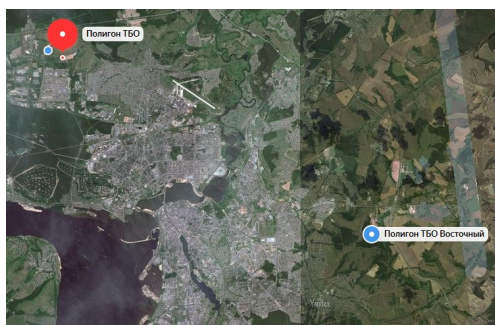


Рис. 1. Полигоны ТБО г. Казани ТБО Химический и ТБО Восточный (Ресурс Yandex, 2019 г.)

Для работы использованы спутниковые снимки за летний период времени – Landsat-8 (2018 г.) и два Sentinel-2 (2018 г.) с пространственным разрешением 30 и 10 м соответственно, полученные с ресурсов NASA и ESA (Европейское космическое агентство).

При предварительной подготовке изображений в программном пакете ENVI 5 проведены процедуры геометрической и атмосферной коррекции. На следующем этапе выполнена классификация изображений Landsat-8 с помощью неуправляемого метода IsoData (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) (рис. 2).

В ходе данной работы выделены тематические классы наземного покрова, по которым можно определить площадь территории ТБО Химический и ТБО Восточный. Это набор классов с 14 по 16, которые в дальнейшем будут использованы для проведения пространственного анализа в ГИС пакете ArcGis.

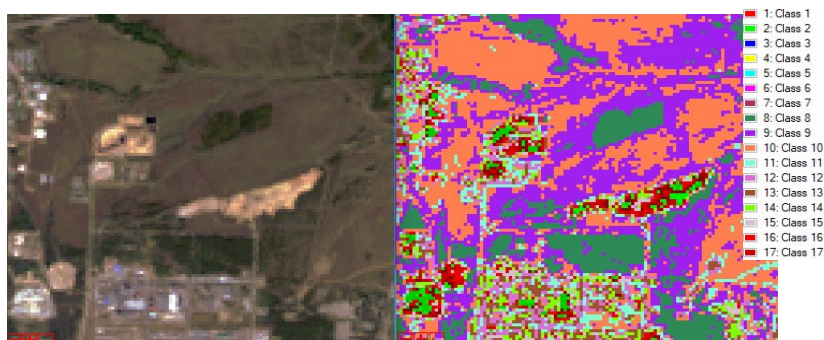


Рис. 2. Результаты предварительной классификации фрагмента сцены Landsat -8 методом неуправляемой классификации на примере ТБО Химический. Исходный фрагмент RGB естественные цвета (слева), результат классификации – тематическая карта (справа)

Спутниковые данные высокого разрешения Sentinel-2 могут помочь при проведении многофакторного анализа при экологической оценке степени влияния объекта на окружающую территорию и общем мониторинге динамики структуры ТБО.

Литература

1. Абросимов, Н. Ш. Использование космических снимков и геоинформационных технологий для мониторинга мест складирования отходов / Н. Ш. Абросимов // Геоматика. – 2013. – №1. – С. 68-74.
2. Воробьев, О. Н. Спутниковый мониторинг недропользования в Республике Марий Эл / О. Н. Воробьев, Э. А. Курбанов // Геоматика. – 2015. – № 1. – С. 45-52.
3. Мутугуллина, И. А. Комплексный подход к решению проблемы твердых бытовых отходов (ТБО) / И. А. Мутугуллина, Ф. К. Ахмедзянова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №9. – С. 246-250.

УДК 622.882

Куклина Н. А., Зиганшин И. И.

Научный руководитель: Нуреева Т. В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

СОСТОЯНИЕ И РОСТ КУЛЬТУР СОСНЫ КАК ИНДИКАТОР ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ КАРЬЕРОВ

***Аннотация.** В статье представлен анализ показателей роста и состояния культур сосны на различных экотопах карьера по добыче песка.*

***Ключевые слова:** сосна обыкновенная, песчаный карьер, лесная рекультивация, площади питания, энергия роста, биологическая устойчивость.*

Успешность искусственного лесовосстановления на нарушенных землях во многом зависит от почвенно-экологических условий. Агрофизические свойства почвы (физико-химические свойства, структура, водно-воздушный и тепловой режимы и т. д.) во многом определяют жизнедеятельность корневых систем и в целом древесных растений. Температура вместе с водным режимом определяет динамику почвенных процессов и оказывает непосредственное влияние на развитие и состояние растений.

Цель исследования: изучение роста и состояния насаждений сосны обыкновенной искусственного происхождения на экотопах песчаного карьера, отличающихся почвенно-экологическими условиями.

Объектом исследования были лесные культуры сосны, произрастающие на различных экотопах карьера по добыче песка Марийского завода силикатного кирпича в возрасте от 20 до 30 лет. Культуры сосны произрастают в разных частях карьера: в верхней части северного склона (ПП №1), в средней части северного склона (ПП №2), в средней части южного склона (ПП №5), у подножия южного склона (ПП №6). На дне карьера произрастают 30-летние культуры (ПП №4). Для сравнения были изучены условия на непокрытом лесом участке на дне карьерной выемки (ПП №3).

С целью оценки влияния почвенно-экологических условий на состояние и рост созданных лесных насаждений на рекультивированных песчаных землях определялись сохранность, высота, прирост в высоту, диаметр ствола и проекции кроны [1] в соответствии с методикой

Г. К. Незабудкина [2]. Для оценки энергии роста по высоте использовали шкалу М. Л. Дворецкого [4]. Для определения биологической устойчивости и напряжения роста сосновых насаждений в условиях нарушенных земель применяли комплексный оценочный показатель (КОП) [3]. Для проверки оптимальности схем размещения посадочных мест при создании лесных культур применяли коэффициент использования площади питания (КИПП) выращиваемого древостоя.

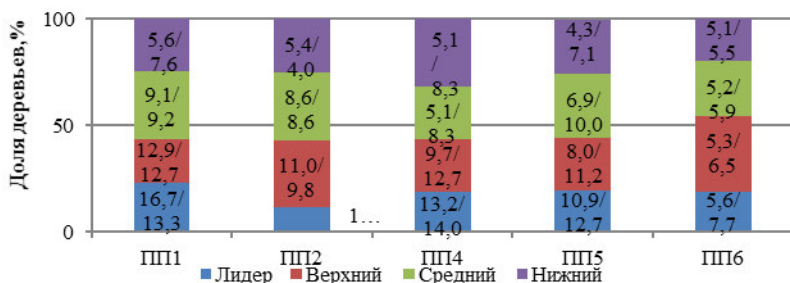
Результаты и их обсуждение. В песчаном карьере Марийского завода силикатного кирпича из всех экотопов наиболее сильно по микроклиматическим условиям выделялся не покрытый лесом участок на его дне, где уже в середине мая температура верхних слоев почвы была на 2,2...8,7°C выше, чем на других участках. Летом различия выросли до 11,2-12,9°C. С увеличением глубины почвы с 20 до 80 см различия постепенно сокращались, составляя от 3,5 до 3,9°C. Влажность почвы также изменялась в очень больших пределах в зависимости от места расположения экотопа и степени покрытия древесной растительностью. Самые низкие биометрические показатели сосны, особенно наименьшая средняя высота и прирост, отмечены в 30-летних культурах у подножия южного склона, что связано с высокой первоначальной густотой и недостаточной влагообеспеченностью.

Таблица 1. Характеристика насаждений сосны обыкновенной на песчаном карьере

№ ПП	Возраст, лет	Густота, тыс. шт./га	Сохранность, %	Нср., м	Дср, см	Прирост, см	КОП, см/см ²	КИПП
1	20	2,9	67,3	10,9±0,4	10,8±0,3	26,6±0,8	4,3	0,6
2	20	2,4	70,5	8,8±0,5	9,2±0,2	27,5±0,8	4	0,6
4	30	2,0	75,1	11±0,3	8,5±0,2	29,6±0,8	4,7	0,8
5	30	5,0	80,7	10,9±0,3	7,3±0,2	24,4±0,8	5,1	1
6	30	2,4	62,4	5,2±0,1	6,5±0,2	14,7±0,3	4,4	0,4

Энергия роста на исследуемых участках характеризуется как «умеренная» по шкале М. Л. Дворецкого и является одним из критериев формирования и существования лесных экосистем. Среднепериодический прирост культур сосны с густотой 2 тыс. шт/га, по высоте наибольший на дне карьера, что связано с большей площадью питания растений и близким залеганием грунтовых вод.

Наименьшие биометрические показатели культур наблюдаются на экотопе у подножия южного склона в 30-летних культурах (ПП6), что связано с неблагоприятными агрофизическими условиями произрастания.



Распределение деревьев по положению в пологе формирующегося древостоя. В числителе приведен диаметр (см), в знаменателе высота (м).

Таблица 2. Влияние условий произрастания на биометрические показатели кроны сосны обыкновенной в культурах

№ПП	Характеристика кроны					
	L кроны, м	D кроны, м	S кроны, м ²	S поверхности кроны, м ²	L _{кр.} /H	D _{кр.} /H
1	4,7	3,4	13,4	47,7	0,43	0,31
2	3,9	2,1	8,4	27	0,44	0,95
4	6,6	1,9	7,2	19,9	0,6	0,2
5	2,9	2,2	9	17,0	0,27	0,3
6	4,7	1,6	7	12,8	0,9	0,2

Характеристика кроны и показатели устойчивости насаждений отражают более благоприятные условия для произрастания древесной растительности на экотопах склонов карьера. В насаждениях на дне карьера показатели роста более низкие. Для данных типов участков рекомендуется проведение лесоводственных мероприятий для увеличения площади и мелиоративных – для улучшения условий питания древесных растений.

При планировании биологического этапа рекультивации необходимо учитывать неоднородность почвенно-экологических параметров экотопов карьера и рекомендовать мероприятия по их улучшению для формирования устойчивых и продуктивных насаждений с учетом характеристик микроклиматических условий.

Литература

1. Демаков, Ю. П. Защита растений. Жизнеспособность и жизнестойкость древесных растений: учебное пособие / Ю. П. Демаков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 72 с.
2. Незабудкин, Г. К. Обследование и исследование лесных и плантационных культур: учебное пособие / Г. К. Незабудкин. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1971. – 52 с.

3. Семенюта, Ф. И. Лесная таксация и лесоустройство / Ф. И. Семенюта, М. Н. Соснин, А. Ф. Елизаров. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 352 с.

4. Шульга, В. Д. Рекомендации по повышению биологической и противопожарной устойчивости сосновых культур и защитных лесных насаждений Юго-Востока Европейской части России / В. Д. Шульга // Лесная газета. – 2005. – №51. – С. 15.

5. Куклина, Н. А. Анализ почвенно-экологических параметров экотопов карьера по добыче песка / Н. А. Куклина, И. И. Зиганшин // Научном прогрессу творчество молодых: материалы XIII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам (Йошкар-Ола, 20-21 апреля 2018 г.): в 4 ч. / редкол.: Д. В. Иванов [и др.]. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – Ч. 3. – С. 78-80.

УДК 539.376

Рослякова Е. Г.

Научный руководитель: Конюхова О. М., канд. биол. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИЗУЧЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ БЕТУЛИНА В *BETULA PENDULA*

Аннотация. Рассматривается методика получения бетулина в бересте березы повислой (*Betula pendul*), произрастающих на лесной плантации Республики Марий Эл в Медведевском районе на территории Куярского лесничества.

Ключевые слова: бетулин, береза, получение, береста.

Кора березы служит источником разнообразных экстрактивных веществ. Наиболее богата экстрактивными веществами внешняя кора различных видов берез, в экстрактах которой преобладают пентациклические тритерпеноиды ряда лупана и β -амирина, причем основным компонентом является бетулин, обуславливающий белый цвет коры берез. Содержание бетулина во внешней коре составляет от 10 до 40% в зависимости от вида березы, места и условий её произрастания, возраста дерева. Бетулин является тритерпеновым спиртом, обладающим двумя гидроксильными группами. Доступность и биологическая активность бетулина ставят его в ряд ценных природных соединений.

Основными преимуществами, которыми обладает вещество, – это доступная сырьевая база, а также его легкая добыча и высокое содержание, в среднем примерно двадцать пять – тридцать процентов. В чистом виде бетулин представляет собой белый порошок, не имеющий запаха, со слегка уловимым, вяжущим вкусом. В медицинской терминологии

его относят к четвертому классу безопасности, то есть он не разлагается при взаимодействии с кислородом, не чувствителен к солнечному свету и, самое главное, – не токсичен. Бетулин является надежным защитником березовой коры от повреждения внешними факторами окружающей среды, а именно от солнечной радиации, различных бактерий и грибковых наростов [1].

Цель исследовательской работы: изучение содержания биологически активного вещества – бетулина.

Решаемые задачи: 1) сбор анализируемого материала; 2) подготовка исследуемого сырья к экстрагированию; 3) определение влажности древесины; 4) выделение бетулина; 5) определение содержания бетулина.

Для химических анализов отбирали не менее 5 растущих деревьев, примерно, одного возраста. После сбора исследуемого материала, проводили первичную обработку. Операции первичной обработки разнообразны по своему характеру и зависят от особенностей обрабатываемого растения. Основные из них: очистка сырья от посторонних органических и минеральных примесей, от ненужных, ошибочно собранных частей производящего растения, а также от дефектных (загнивших, заплесневевших и т. п.) и потерявших естественную окраску частей.

Сырье, прошедшее первичную обработку, подвергали сушке. Далее исследуемый материал помещали в сушильный шкаф, где он находился при температуре 90-105 °С с периодичностью 2-3 часа. Этот процесс повторяли в течение двух недель. Высушенный материал измельчали в кофемолке до мелких хлопьев. В дальнейшем определяли влажность древесины.

На данный момент существует несколько методик выделения бетулина. Нами была проанализирована наиболее точная и эффективная, которая не требует энергетических затрат. Для получения бетулина из бересты березы повислой использовали методику [2]. Результаты анализируемых образцов представлены в таблице.

Результаты анализов получения бетулина

№ п.п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Содержание бетулина, %	18,15	12,11	17,39	13,32	17,79	15,34	19,48	19,04	17,67	14,35

Вывод. По данным таблицы, наибольшее содержание бетулина отмечается в деревьях, произрастающих на пробной площадке № 7, наименьшее содержание – на пробной площадке № 2. Среднее значение образцов составило 16,46%. Опираясь на автореферат И. Ю. Трошковой [1], коэффициент вариации содержания бетулина в бересте составляет 16,91%, характеризующий средний уровень изменчивости.

Таким образом, полученные данные будут использованы в дальнейших исследованиях.

Литература

1. Трошкова, И. Ю. Ресурсный потенциал бетулина у суберина березовых лесов Восточно-Европейской равнины: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. Ю. Трошкова. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 16 с.
2. Патент 2524778. Способ получения бетулина / Е. Л. Мальчиков, А. Н. Кислицын. – № 2013114023/04, заявлено: 28.03.2013, опубликовано: 10.08.2014.

УДК 630*232.32

Рыбаков К. В., Смышляева М. И.

Научный руководитель: Краснов В. Г., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЕЯНЦЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS ROBUR L.) С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

***Аннотация.** В статье приведены результаты анализа влияния внесения минеральных удобрений на биометрические параметры однолетних сеянцев дуба черешчатого с закрытой корневой системой при выращивании на полигоне доращивания.*

***Ключевые слова:** дуб черешчатый, сеянцы с закрытой корневой системой, условия выращивания.*

Необходимым элементом успешного лесовосстановления является качественный посадочный материал, производимый в лесных питомниках. Сеянцы дуба черешчатого с закрытой корневой системой возможно выращивать как в тепличных условиях, так и на открытом полигоне. В теплице для дуба черешчатого необходимо полное освещение, а при выращивании на полигоне необходимо обеспечить затенение посевов. В фазе быстрого роста проводят подкормку азотом и небольшим количеством фосфора и калия. Условия выращивания существенно влияют на рост сеянцев древесных пород, однако не всегда есть возможность выращивать сеянцы в закрытом грунте теплицы.

Цель: изучить влияние применения удобрений на биометрические показатели однолетних сеянцев дуба черешчатого с ЗКС в условиях неконтролируемой среды.

Задачи: определить биометрические показатели сеянцев и выделить их особенности роста.

Методика исследования. В мае 2018 года вручную был произведён посев желудей дуба черешчатого в контейнеры фирмы «ВСС» Ніко V-150 с объемом ячейки 150 см³. Для выращивания сеянцев использовали верховой торф компании «Велторф» из Псковской области [1]. Контейнеры размещались в трёх повторностях равномерно на полигоне дорастивания на поддонах без применения удобрений (I вариант) и с их применением (II вариант). Минеральное удобрение во втором варианте «GREEN-GO 18-18-18» вносили с поливом, в виде корневой подкормки в процессе выращивания. Дозы внесения: N₂ –12,0 кг/га, P₂O₅– 12,0, K₂O – 12,0 кг/га. Поддоны были размещены на гранитно-щебеночном основании, что препятствовало росту сорной растительности. В качестве контроля использовали однолетние сеянцы дуба с закрытой корневой системой, выращенные в теплице без подкормки (средняя высота 18,5 см; диаметр 3,8 мм; длина корней 8,3 см). В конце вегетационного периода определяли биометрические показатели сеянцев.

Интерпретация результатов. В результате исследования мы получили данные, представленные в таблице.

Биометрические показатели сеянцев

Варианты	Среднее, см	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Изменчивость, %	Точность опыта, %	t _{расч.}
Высота, см						
I	12,63	0,41	3,55	28,12	3,25	3,2*
II	14,86	0,56	4,82	32,41	3,74	
Диаметр корневой шейки на уровне почвы, мм						
I	3,60	0,13	1,09	30,26	3,49	2,3*
II	4,03	0,14	1,17	29,03	3,37	
Длина корня, см						
I	7,50	0,12	1,04	13,94	1,61	1,8
II	7,78	0,11	0,97	12,49	1,44	

Примечание: * – существенность различий доказана, при t_{табл.} = 2,0

В ходе исследования было выявлено, что внесение минеральных удобрений существенно повлияло на показатели высоты и диаметра корневой шейки сеянцев. Влияние данного фактора на длину корневой системы не выявлено, т. к. данный показатель при использовании воздушной подрезки коррелирует с высотой ячейки кассет.

Выводы. Таким образом, внесение минеральных удобрений влияет на высоту и диаметр однолетних сеянцев дуба черешчатого в условиях неконтролируемой среды. Это позволяет сделать вывод, что при внесении минеральных удобрений можно вырастить более качественный посадочный материал дуба черешчатого с ЗКС вне теплицы, при тех же условиях, чем без их внесения.

Литература

1. Выращивание однолетних сеянцев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) с закрытой корневой системой на различных питательных субстратах / Е. М. Романов, М. И. Смышляева, В. Г. Краснов и др. // Вестник ПГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2017. – №3 (35). – С. 26-36.

УДК 630*43 (571.51)

Турушкин Р. В.

Научный руководитель: Денисов С. А., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ПЛОДОНОШЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований плодоношения сосны обыкновенной и всхожести семян на второй год после проведения контролируемых выжиганий.

Ключевые слова: плодоношение, естественное возобновление.

Введение. В России одной из ценных хвойных пород для промышленного выращивания является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Процесс естественного возобновления – одно из важнейших свойств лесных сообществ, отражающих их способность к самовосстановлению, положительные особенности которого, с точки зрения биологии и экономики, подчеркивали многие авторы [1-3]. Эффективность естественного возобновления зависит от ряда факторов, одним из которых является урожай и всхожесть семян.

Цель работы: оценить урожай сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и определить посевные качества семян на второй год после проведения в сентябре 2017 года контролируемых выжиганий в сосновых древостоях с целью получения благонадежного подроста.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования явились сосняки брусничные в кв. 155, выд. 9 и кв. 31, выд. 15 Кокшай-

ского лесного участка Уржумского участкового лесничества Кокшайского лесничества. Пробная площадь была заложена в сосняке брусничном, состав 9С1Б, бонитет 1, полнота 0,6, средняя высота 25 м, средний диаметр 28 см. Сбор шишек осуществлялся с 5 деревьев с диаметром 24 см – 1 шт., 28 см – 3 шт., 36 см – 1 шт. Для проведения исследования по определению плодоношения на типичном по плодоношению участке заложены пробные площади размером по 0,25 га, на которых проведён пересчет всех деревьев, за исключением деревьев 4 и 5 классов по Крафту. Каждое учитываемое дерево осматривают в бинокль на наличие шишек. Далее при помощи шкалы для определения урожайности по Т. П. Некрасовой оценивают урожай шишек на нем в баллах и определяют общее число шишек на дереве. Определение всхожести семян проводили согласно ГОСТ 13056.6-97 [4].

Обсуждение результатов. Наиболее простым и широко распространенным способом оценки плодоношения служит глазомерная оценка семеношения. Расчетно-статистический метод Т. П. Некрасовой применим в любых условиях, но составленная автором переводная таблица проверена только для южной части лесной зоны и зоны лесостепи, включая приобские и ленточные боры Западной Сибири. Метод довольно точен, с ошибкой, не превышающей $\pm 10\%$ [5].

Кроны деревьев, по Т. П. Некрасовой, на которых проводился сбор материала, развиты «средне», т. е. шишек довольно много на вершине, но очень мало в средней части кроны. Из 1164 шт. собранных шишек нестандартными оказались 151 шт. Вес 100 шт. свежесобранных шишек – 684 г, выход семян составил 0,79 % (5,4 гр.).

Подсчет урожая семян производился по формуле:

$$U_p = E * M * P * L / 25 * 0,001, \text{ кг/га},$$

где E – количество плодоносящих деревьев, шт.;

M – общее число шишек на дереве, шт.;

P – количество стандартных шишек, %

K – масса семян в одной шишке, г;

$$U_p = 5 * 1200 * 87 * 0,052 / 25 * 0,001 = 1,05, \text{ кг/га}.$$

Урожай семян в первый год после проведения контролируемых выжиганий составил 1,05 кг/га.

Масса 1000 штук семян является одним из ведущих хозяйственных показателей, так как характеризует размер семян, плотность их внутренней структуры, запас питательных веществ. Масса 1000 штук семян, полученных в результате высушивания шишек, составила 5,35 гр., что в переводе на 1 га дает 166,9 тыс. семян.

По данным С. Н. Санникова [6], грунтовая всхожесть семян сосны обыкновенной составляет 10-25 %. Предполагаемое количество всходов на 1 га составит 16,7-41,7 тыс. шт.

Карточка анализа лабораторной всхожести семян

пп/ день	Количество проросших семян, шт.				итого про- рос- ших	итого непро- росших	Энергия прораста- ния, %
	5 день	7 день	10 день	15 день			
1	71	12	5	0	88	12	83
2	30	16	33	4	83	17	46
3	56	18	2	1	77	23	74
4	51	15	5	3	74	26	66
Итого	208	61	45	8	322	78	
Среднее	52	15	11	2	81	20	67
Min	30	12	2	0	74	12	44
Max	71	18	33	4	88	26	83

Выводы

1. Анализ урожая семян сосны обыкновенной в сосняке брусничном в год, предшествующий контролируемому выжиганию, составляет 1,05 кг/га (166,9 тыс. семян/га).

2. Ожидаемое количество всходов на 1 га составит 16,6-41,7 тыс. шт.

3. Лабораторная всхожесть составила 81 %, энергия прорастания составила 67 %. Анализ непроросших семян показал, что все семена оказались загнившими.

Литература

1. Морозов, Г. Ф. Учение о типах леса / Г. Ф. Морозов. – М.: Сельхозгиз, 1930. – 411 с.
2. Мелехов, И. С. Динамическая типология леса / И. С. Мелехов // Лесное хозяйство. – 1968. – №5. – С. 15-20.
3. Писаренко, А. И. Лесовосстановление / А. И. Писаренко. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 250 с.
4. ГОСТ 13056.6-97. Межгосударственный стандарт семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. – Взамен ГОСТ 13056.6-75; Введ. с 01.07.98. – 31 с.
5. Карасева, М. А. Лесное семеноводство: учебное пособие / М. А. Карасева, В. Н. Карасев. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 100 с.
6. Санников, С. Н. Экология естественного возобновления сосны од пологим леса / С. Н. Санников, Н. С. Санникова. – М.: Наука, 1985. – 152 с.

Хасанова Г. Г.

Научный руководитель: Нуреева Т. В., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ УДАЛЕНИЯ ПОЧЕК НА ФОРМИРОВАНИЕ КРОНЫ И РОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ЛЕСОСЫРЬЕВЫХ ПЛАНТАЦИЯХ

***Аннотация.** Рассмотрено влияние удаления почек на формирование кроны и рост сосны обыкновенной.*

***Ключевые слова:** лесосырьевые плантации, сосна обыкновенная, бессучковая древесина, выращивание.*

Актуальность. В настоящее время при достаточном общем объеме производства древесины деревообрабатывающей промышленностью ощущается нехватка высококачественных сортиментов. Из-за вырубki высокопродуктивных насаждений истощены запасы древесины хвойных пород [1]. Плантационное лесовыращивание позволяет снизить дефицит в хвойной древесине. Главным критерием успешной работы различных отраслей лесопромышленного комплекса являются свойства производимой древесины. Такие показатели, как сучковатость, плотность древесины, длина волокна и др. влияют на качество конечной продукции и ее себестоимость [2]. Для получения целевой высококачественной древесной продукции необходимо проведение работ по выращиванию бессучковой древесины. Проведение в первые годы удаления почек может быть эффективным мероприятием, что обуславливает необходимость проведения исследований по данной теме.

Цель исследования заключается в изучении влияния удаления почек на формирование кроны и рост сосны при выращивании лесосырьевых плантаций.

Объект исследования – плантации сосны обыкновенной, созданные лесничим А. А. Белоусовым в Немском лесничестве Кировской области в 2010 году на дерново-подзолистых почвах земель, исключенных из аграрного оборота вследствие существенного снижения плодородия. Варианты отличались видами обработки почвы. При схеме размещения культур 4×0,5 м первоначальная густота составила 5,0 тыс. экз./га. На исследованном участке в апреле 2013 и 2014 гг. у части растений сосны обыкновенной в 4 и 5 летнем возрасте были удалены боковые почки, которые были использованы в качестве витаминной добавки для прикорма пчелосемей.

Методика исследования. Исследования лесосырьевых плантаций сосны на участках проведены согласно методике Г. К. Незабудкина, Е. Л. Маслакова, Н. В. Еремина методом пробных площадок размером 50×10 метров. На каждой из пробных площадей измеряли высоту, диаметр деревьев, приросты в высоту, длину бессучковой части ствола, а также диаметр и длину кроны.

Результаты исследования. Средние показатели модельных деревьев с удалением и без удаления боковых почек на рост сосны обыкновенной в вариантах с разными видами обработки почвы приведены в таблице.

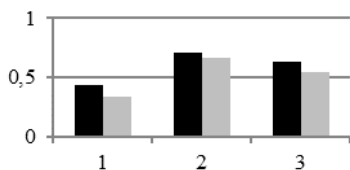
Средние показатели модельных деревьев и влияние удаления боковых почек на формирование кроны и рост сосны обыкновенной при разных видах обработки почвы

Удаление почек	D, см	H, м	Диаметр кроны, м	S проекции кроны, м ²	Объем кроны, м ³	Длина кроны, м	Длина бессучковой части ствола, м	Средний прирост в высоту, м
Бороздная обработка почвы: ДТ-75+ПКЛ-70 (посадка в дно борозды)								
С удал.	2,73	3,18	1,51	1,99	1,92	1,92	1,27	0,44
Без удал.	2,90	2,85	1,30	1,48	3,37	2,54	0,44*	0,34
Бороздная обработка почвы: ДТ-75+ПКЛ-70 (посадка в пласты)								
С удал.	3,22	2,94	1,30	1,48	1,47	1,77	0,99	0,37
Без удал.	3,07	2,91	1,27	1,32	3,34	2,64	0,48*	0,36
Сплошная обработка почвы: МТЗ-82+ПЛН-3-35								
С удал.	3,29	3,02	1,56	2,11	2,02	1,89	1,25	0,38
Без удал.	4,26	3,27	2,01	3,37	9,45	2,98	0,55*	0,42
Сплошная обработка почвы: Т-150+рыхлитель «KRONE»								
С удал.	3,95	2,78	1,70	2,38	2,16	1,76	1,21	0,35
Без удал.	4,12	2,69	1,65	2,59	5,21	2,44	0,45*	0,33

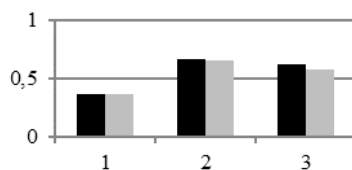
Примечание: * – приведен средний прирост в высоту за 2013-2017 гг.

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, что в вариантах с бороздной обработкой почвы плугом ПКЛ-70 в агрегате с ДТ-75, а также на участке с рыхлением «KRONE» в агрегате с Т-150 деревья с удаленными почками оказались выше в среднем на 0,15 м. При сплошной обработке почвы плугом ПЛН-3-35 в агрегате с МТЗ-82 у культур с удаленными почками высота меньше на 0,25 м, чем без удаления. Диаметр кроны во всех вариантах с удалением почек в среднем больше на 0,10 м, кроме сплошной обработки почвы плугом ПЛН-3-35 в агрегате с МТЗ-82 (на 0,45 м больше без удаления).

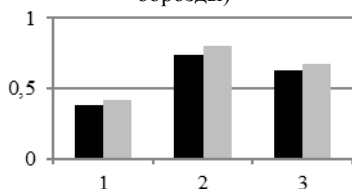
Влияние удаления почек на приросты в высоту представлено на рисунке.



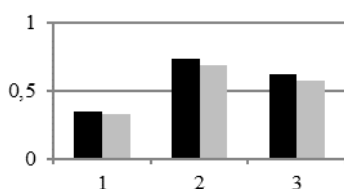
Бороздная обработка почвы:
ДТ-75+ПКЛ-70 (посадка в дно
борозды)



Бороздная обработка почвы:
ДТ-75+ПКЛ-70 (посадка в пласты)



Сплошная обработка почвы:
МТЗ-82+ПЛН-3-35



Сплошная обработка почвы:
Т-150+рыхлитель «KRONE»

Примечание: ■ – с удалением почек
1 – средний прирост в высоту; 2 – средний прирост за 2017 г.; 3 – средний прирост за 2015-2017 гг.

Влияние удаления почек на приросты в высоту

Данные средних приростов в высоту сосны обыкновенной показывают, что во всех вариантах, кроме сплошной обработки почвы МТЗ-82+ПЛН-3-35, приросты больше у деревьев с удаленными почками. В целом, удаление почек оказало положительное влияние на ход роста сосны обыкновенной. Средний прирост в высоту различается в среднем на 0,13 м.

На основании проведенных исследований выявлено, что за счет удаления боковых почек у сосны обыкновенной раньше начинается стадия быстрого роста. Мероприятия по ошипыванию почек в 7-летних лесосырьевых плантациях сосны по данному способу благоприятно воздействуют на растение: увеличиваются темпы роста деревьев в высоту, протяженность бессучковой части ствола. Собранные почки находят применение в качестве витаминного сырья для кормления пчелосемей.

Литература

1. Шутов, И. В. Плантационное лесоводство / И. В. Шутов; под общ. ред. И. В. Шутова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 366 с.
2. Антонов, О. И. Совершенствование технологии комплексного ухода за лесом с целью повышения качественной продуктивности насаждений / О. И. Антонов, Е. Н. Кузнецов // Лесн. журн. – 2017. – № 1. – С. 42-49.

УДК 630*4

Бажин А. Н.

Научный руководитель: Попова Н. Н., канд. с.-х. наук доцент
Поволжский государственный технологический университет

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ В 2018 ГОДУ

***Аннотация.** Представлен анализ состояния санитарного состояния лесов Республики Марий Эл в 2018 году.*

***Ключевые слова:** вредители, болезни, факторы, прогноз.*

Проводится анализ санитарного состояния лесов Республики Марий Эл в 2018 году, влияние различных факторов на санитарное состояние по сравнению с 2017 годом.

Ежегодно леса подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов абиотического и биотического характера. В результате этих процессов происходит ослабление деревьев и их повышенный (патологический) отпад в насаждении.

К концу 2018 года древостои с наличием повышенного текущего отпада по результатам лесопатологических обследований и государственного лесопатологического мониторинга расположены почти во всех лесничествах (кроме Руткинского) республики на общей площади 2959,1 га, что меньше показателя предыдущего года (6205,8 га) в 2,1 раза (таблица).

К концу 2018 года в ослабленных насаждениях преобладают древостои со средней степенью усыхания – 977,4 га или 33,0% от общей площади ослабленных насаждений. Доля древостоев с высокой степенью усыхания составила 822,3 га или 27,8% от площади ослабленных насаждений, слабой степенью – 316,8 га или 10,7%, и на площади 842,6 га (28,5%) степень усыхания незначительная.

Насаждения с высокой степенью усыхания, утратившие устойчивость (погибшие), остались на конец 2018 года на площади 620,6 га.

Лишь на площади 201,7 га устойчивость насаждений утрачена не полностью, но вероятно это произойдет в ближайшее время.

Площадь выявленных в текущем году погибших насаждений составляет 587,7 га, что больше 2017 года (410,8 га) на 176,9 га и в 38,9 раз меньше 2010 года (22836,6 га).

Распределение площади лесных насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью по причинам их ослабления

Причина ослабления (гибели) насаждений	Площадь насаждений с наличием усыхания на конец года, га		Динамика (+/-)
	2017	2018	
Лесные пожары	418,3	20,4	- 397,9
Повреждения насекомыми	1540,2	231,4	1308,8
Неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы	2682,4	2529,2	153,2
Болезни леса	1166,3	147,5	1018,8
Антропогенные факторы	1,5	30,6	+ 29,1
Всего	5808,7	2959,1	

Для анализа динамики гибели лесов причины, вызывающие их усыхание и ослабление, объединены в семь групп: «Повреждение вредными насекомыми», «Повреждение дикими животными», «Поражение болезнями леса», «Воздействие неблагоприятных погодных условий», «Лесные пожары», «Антропогенные факторы» и «Непатогенные факторы».

Основной группой причин расстройств и гибели насаждений на конец 2018 года в лесах республики является «Неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы». Количество ветровалов и насаждений, пострадавших от засух 2010-2016 года, уменьшилось по сравнению с 2017 годом (2682,4 га). Насаждения, ослабленные в результате воздействия этих факторов, числятся на площади 2529,2 га, что составляет 85,5% от общей площади ослабленных древостоев.

Второй по значимости группой факторов, повлиявшей на снижение устойчивости насаждений, является «Повреждение насекомыми», площадь их по сравнению с прошлым годом (2017 г. – 1540,2 га) уменьшилась в 6,6 раза. Ослабленные насаждения от повреждения насекомыми на конец отчетного года числятся на площади 231,4 га, или 7,8% от общей площади ослабленных древостоев.

Третьей группой по значимости в 2018 году становятся «Болезни леса». От данной группы факторов ослаблены насаждения на площади 147,5 га (5,0%), Площадь насаждений, повреждённых болезнями леса, уменьшилась по сравнению с прошлым годом (2017 г. – 1166,3 га) в 7,9 раза. Это связано с оперативным проведением санитарно-оздоровительных мероприятий в поврежденных лесных участках данной группы причин ослабления.

Группа «Лесные пожары», в основном, это последствия пожаров текущего года. Площадь расстроенных насаждений от лесных пожаров отмечается на площади 20,4 га, что составляет 0,7% от общей площади расстроенных насаждений.

От повреждений антропогенными факторами на конец 2018 года зафиксирована незначительная степень усыхания древостоев на площади – 30,6 га.

Лесные пожары – одна из причин нарушения устойчивости насаждений. По результатам лесопатологических обследований и государственного лесопатологического мониторинга наиболее пострадали лесные массивы Юринского и Кокшайского лесничеств. На их долю приходится 81,4% площади насаждений, пострадавших от лесных пожаров, и площади горельников в этих лесничествах не превышают 13,0 га.

От повреждений насекомыми произошло снижение устойчивости древостоев в 7 лесничествах республики. 79,5% площади расстроенных древостоев находятся в Моркинском лесничестве (184,0 га), в остальных лесничествах площадь повреждений не превышает 17,0 га.

Площади насаждений, ослабленных в результате неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов на конец 2018 года, имеются почти во всех лесничествах республики, за исключением Руткинского лесничества, наряду с ветровалами, этому способствовала засуха, а также ожеледь.

От болезней леса зафиксировано снижение устойчивости древостоев в двух лесничествах республики, 93,4% площади расстроенных древостоев находится в Кокшайском лесничестве.

Снижение устойчивости древостоев от антропогенных факторов зафиксировано в Куярсском лесничестве на площади – 30,6 га.

В целом необходимо отметить положительную динамику санитарного состояния в лесах республики в 2018 году по сравнению с 2017 годом.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 4 дек. 2006 г. № 200 // Российская газета. – 2006. – 8 декабря.
2. «Об утверждении Правил осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов» Приказ Минприроды России от 4 дек. 2006 г. № 200 // Российская газета. – 2006. – 8 декабря.

Гаврилова Т. М.

Научный руководитель: Попова Н. Н., канд. с.-х. наук, доцент
 Поволжский государственный технологический университет

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРИГОРОДНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В последнее время санитарное состояние лесных насаждений ежегодно ухудшается. Наиболее ощутимый ущерб лесам наносится в результате воздействия лесных пожаров, вредителей, болезней, промышленных выбросов и незаконных рубок древесины. Поэтому изучение санитарного состояния насаждений, пораженных болезнями, является актуальным для лесного хозяйства.

Ключевые слова: корневая губка, патоген, коэффициенты годичного, патологического и естественного отпадов.

Для анализа санитарного состояния сосновых насаждений, пораженных, корневой губкой, было заложено пять пробных площадей в насаждениях ГКУ РМЭ «Пригородное лесничество» в возрасте от 41 до 43 лет. Таксационная характеристика пробных площадей представлена в табл. 1.

Таблица 1. Таксационная характеристика пробных площадей

№ пп	Состав	Воз- раст, лет	Средние		Пол- нота	Запас, м ³ /га		Отпад, м ³ /га		
			Д, см	Н, м		всего	в т.ч. сосны	све- жий	нали- чный	годи- чный
1	9С1Б	41	14,0	14,0	0,7	139,8	131,8	6,6	29,1	2,2
2	10С+Б	41	16,2	15,8	0,9	304,9	301,9	37,6	42,1	13,7
3	10С+Б	43	14,4	13,6	0,9	190,7	188,4	41,4	83,8	23,3
4	10С+Б	43	14,8	14,6	0,9	232,6	229,1	31,0	73,8	10,3
5	8С2Б	43	16,1	13,7	0,8	262,7	220,5	14,5	92,2	4,8

На всех пробных площадях встречаются все виды отпадов – свежего, наличного и годичного. Наибольший свежий отпад зафиксирован на 3 пробной площади. Среднее значение свежего отпада на всех пробных площадях составляет 26,2 м³/га. Наибольший наличный отпад – на пятой пробной площади. Он почти в 1,5 раза превышает величину среднего наличного отпада на всех пробных площадях (64,2 м³/га). Годичный отпад наибольший характерен для 3 пробной площади. Его значение в 2 раза превышает среднее значение годичного отпада на всех ПП. В ГКУ РМЭ «Пригородное лесничество»

насаждения всех возрастов поражаются корневой губкой. Проводятся выборочные санитарные рубки. К сожалению, очаги поражения не затухают, а идут дальше, охватывая новые близлежащие площади насаждений. Усыхающие деревья за один год превращаются в сухостой, который невозможно реализовать даже в качестве дров. Качественные таксационные показатели средних растущих деревьев и деревьев свежего и наличного отпадов представлены в табл. 2

Таблица 2. Качественные таксационные показатели средних растущих деревьев и деревьев свежего и наличного отпадов

№ ПП	Растущие			Свежий отпад			Наличный отпад			Годичный отпад		
	Н, м	Д, см	V, м³	Н, м	Д, см	V, м³	Н, м	Д, см	V, м³	Н, м	Д, см	V, м³
1	14,0	14,0	0,13	8,1	6,1	0,02	9,0	8,3	0,03	9,2	6,6	0,02
2	15,8	16,2	0,19	11,6	10,1	0,06	11,0	9,5	0,05	12,1	10,2	0,05
3	13,6	14,4	0,13	11,2	9,8	0,06	10,1	9,4	0,05	13,0	11,2	0,07
4	14,6	14,8	0,15	11,7	10,7	0,07	9,5	9,2	0,05	12,6	11,3	0,07
5	13,7	16,1	0,16	10,1	9,1	0,04	9,1	11,3	0,06	11,3	8,6	0,04

Заражаются корневой губкой довольно крупные деревья. По данным табл. 2, на третьей пробной площади в среднем высота растущих деревьев больше средней высоты деревьев свежего отпада в 1,22 и наличного отпада в 1,35 раза и деревьев годичного отпада – в 1,04 раза. По диаметру средний диаметр растущих деревьев в 1,5 раза больше среднего диаметра деревьев свежего отпада и наличного отпада и в 1,3 раза – деревьев годичного отпада. Коэффициенты отпадов представлены в табл. 3.

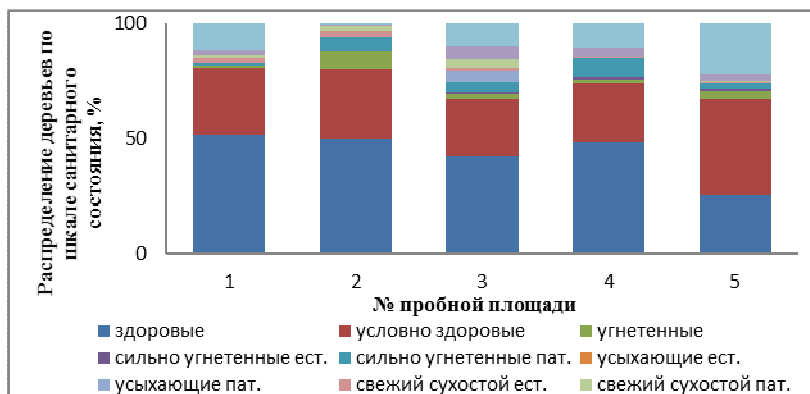
Таблица 3. Коэффициенты свежего, наличного и годичного отпадов

№ ПП	Свежий отпад			Наличный отпад			Годичный отпад общий			Годичный отпад патологический		
	K _N	K _g	K _M	K _N	K _g	K _M	K _N	K _g	K _M	K _N	K _g	K _M
1	2,7	5,3	19,9	1,2	2,9	4,5	8,0	5,3	59,6	60,0	2,1	152,5
2	2,5	2,6	8,0	2,0	2,8	7,2	6,3	2,7	22,1	10,7	2,2	28,8
3	2,1	2,0	4,6	0,8	2,3	2,2	4,1	1,8	8,1	6,3	1,3	9,0
4	3,5	1,8	7,4	1,0	2,4	3,1	10,6	1,8	22,1	17,3	1,4	27,0
5	3,6	3,4	15,2	1,0	1,8	2,4	10,8	3,4	45,5	23,5	2,8	71,3

На всех пробных площадях наблюдается превышение фактического отпада по количеству деревьев над нормальным отпадом. В среднем должно выпадать 22 экземпляра, а выпадает от 125 до 345 экземпляров. Наибольшее превышение в 22 раза отмечено на 1 пробной площади и наименьшее – в 5,1 раза на 4 пробной площади. Отпад наиболее круп-

ных деревьев отмечен на 3 и 4 пробных площадях, коэффициент K_g составил 1,3 и 1,4, то есть площадь сечения растущего дерева в 1,3 и в 1,4 раза превышает площадь сечения дерева годичного патологического отпада. На первой пробной площади фактический отпад по запасу превышает нормальный в среднем в 16 раз. В среднем должно выпадать 2,4 м³/га, а выпадает – от 2,2 м³/га до 23,3 м³/га. Наибольшее превышение в 23,3 раза отмечено на первой пробной площади, наименьшее – в 2,2 раза на 4 пробной площади. Таким образом, на всех пробных площадях отпад повышенный, приводящий к очаговому разрушению насаждения.

На рисунке дано распределение деревьев по категориям санитарного состояния.



Распределение деревьев по категориям санитарного состояния

Наличие усыхающих деревьев отмечено на 2 и 3 пробных площадях. Очаги корневой губки на них хронически действующие. На остальных ПП – затухающие.

Таким образом, по показателям расстроенности и коэффициенту стабильности состояния насаждений на первой, третьей, четвертой и пятой пробных площадях относятся к явно разрушающимся. По данным проф. И. А. Алексеева, в насаждениях необходимо проводить плановые и срочные выборочные санитарные рубки. Срок проведения рубки август-октябрь.

Литература

1. Алексеев, И. А. Лесохозяйственные и лесокультурные способы борьбы с корневой губкой // Борьба с корневой губкой в лесах Черниговской области. – Киев, 1966. – С. 45-59.

2. Попова, Н. Н. Оценка эффективности лесокультурных мероприятий по созданию устойчивых сосновых насаждений в очагах корневой губки (на примере Полесья Украины и Волго-Вятского региона): дис. на соискание канд. с.-х. наук: 06.03.01; 06.01.11: защищена 15.11.94; утв. 03.02.95/ Попова Надежда Николаевна. – Йошкар-Ола, 1994. – 241 с.

УДК 630*624.3

Голохвастов П. Н.

Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОЕКТА РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСАМИ

***Аннотация.** Статья посвящена анализу структуры проекта рубок ухода в различных субъектах Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** защитные леса, рубки ухода, структура.*

Введение. С 5 января 2018 года вступил в законную силу приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 22 ноября 2017 года № 626 «Об утверждении Правил ухода за лесами» [1].

В защитных лесах, согласно правилам, все рубки ухода, за исключением рубок в молодняках, должны осуществляться при наличии проекта рубок. Трудность составления проекта рубок ухода в защитных лесах состоит в том, что его структура четко не определена и в каждом субъекте применяется свой вариант такого проекта. Для устранения этого недостатка необходимо сделать анализ структуры проекта рубок ухода по разным субъектам Федерации и разработать оптимальную структуру проекта. Это подтверждает актуальность темы исследований.

Целью исследований является сравнение вариантов проектов рубок ухода в различных регионах Российской Федерации по общедоступным ресурсам.

Методика работы заключается в анализе существующих нормативно-правовых документов и сравнительном анализе структуры проектов различных регионов Российской Федерации.

В соответствии с приказом № 626 «Об утверждении Правил ухода за лесами» [1] при составлении проекта ухода за лесами должны проводиться:

- обследование лесного участка;
- обозначение на местности границ лесного участка.

Проект ухода за лесами должен содержать:

- наименование вида (видов) мероприятий по уходу за лесами в соответствии с настоящими Правилами;
- этапы и сроки проведения работ, учета и оценки их результатов;
- характеристику местоположения лесного участка (наименование лесничества (лесопарка), участкового лесничества, категорию защитных лесов, номер квартала, номер выдела, площадь лесного участка);
- характеристику лесорастительных условий лесного участка (в том числе рельефа, гидрологических условий, почвы);
- исходную характеристику насаждения до проведения мероприятий по уходу за лесами;
- основные характеристики мероприятий по уходу за лесами (интенсивность рубки, минимальную сомкнутость крон, сумму площадей сечений, объем вырубаемой древесины);
- характеристику вырубаемой части насаждения;
- описание технологий выполнения работ с указанием выполняемых технологических операций, последовательности их выполнения по элементам лесосеки (технологические полосы, волокна, технологические (погрузочные) пункты);
- проектируемую характеристику насаждения после проведения мероприятий по уходу за лесами.

Сравнение существующих проектов рубок ухода по различным субъектам Российской Федерации [2,3,4,5,6]

№ п/п	Наименование показателя в проекте рубок ухода	Субъекты Российской Федерации				
		Республика Татарстан	Брянская область	Челябинская область	Республика Карелия	Тюменская область
1	наименование вида (видов) мероприятий по уходу за лесами	+	+	+	+	+
2	этапы и сроки проведения работ	+	-	+	-	-
3	характеристика лесорастительных условий	+	+	+	+	+
4	основные характеристики мероприятий по уходу за лесами (интенсивность рубки, минимальная сомкнутость крон, сумму площадей сечений, объем вырубаемой древесины)	+	+/-	+	+	+

5	описание технологий выполнения работ с указанием выполняемых технологических операций, последовательности их выполнения по элементам лесосеки (технологические полосы, волокни, технологические (погрузочные) пункты)	+	+/-	+	+	+
6	проектируемую характеристику насаждения после проведения мероприятий по уходу за лесами	+/-	+	+	+	+

На основе имеющихся данных из общедоступных источников, нами был проведен анализ структуры проектов рубок ухода. Результаты приведены в таблице 1 («+» требование выполняется, «-» требование не выполняется).

По приведенным материалам (таблица) можно сказать, что все требования приказа № 626 выполняют 2 региона из 5 приведенных (Республика Татарстан, Челябинская область) [3,4], в остальных регионах проект рубок ухода не в полном объеме соответствует действующей нормативной документации.

Распространённым нарушением в проектах является то, что не во всех проектах указаны этапы и сроки проведения работ. Отметим, что в защитных лесах мероприятия по уходу за лесами направлены на достижение целей сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов.

Участки для рубок ухода должны отбираться по материалам лесоустройства. Предварительный подбор участка проводит лесничий. Составляется технологическая карта разработки лесосеки на каждую лесосеку отдельно, на основе данных отвода и таксации составляется тем, кто проводит рубки ухода. В технологической карте указывается характеристика лесосеки, важной частью является технология.

Вывод. Сравнение вариантов проектов рубок ухода в различных регионах Российской Федерации по общедоступным ресурсам свидетельствует о том, что 40% проектов рубок ухода соответствуют требованиям существующей нормативно-правовой документации. Требуются контроль за полнотой всех показателей проектов рубок ухода за лесами.

Литература

1. Приказ Минприроды России от 22.11.2017 № 626 «Об утверждении Правил ухода за лесами» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_312014.

2. Проект рубок ухода Брянской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bryanskleshoz.ru/bank/proekty-rubok-uhoda/brjansk-proekt-rubok-uhoda-12112018.pdf>.

3. Проект рубок ухода Челябинской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.priroda.chel.ru/htmlpages/Show/activities/Proektyrubokuxodazalesom>.

4. Проект рубок ухода Республики Татарстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minleshoz.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_1310043.pdf.

5. Проект рубок ухода Тюменской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ntavda.admtiumen.ru/files/upload/OMSU/Ntavda>.

6. Проект рубок ухода Республики Карелия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minprirody.karelia.ru/lesnoe-hozjajstvo/proekty-rubok-uhoda-v-zacshitnyh-lesah>.

УДК 539.376

Елькин Д. А.

Научный руководитель: Бажин О. Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ И ПРОГНОЗА ДИНАМИКИ РАЗМЕРА ПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСИНОЙ НА АРЕНДУЕМОМ УЧАСТКЕ ЛЕСНОГО ФОНДА ЧАЙКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА СТЕПАНОВСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ПЕРМСКОГО КРАЯ

***Аннотация:** Заготовка древесины на арендуемых лесных участках – один из основных видов пользования, осуществляемого в лесном фонде. Регулярно возникают противоречия в части соответствия освоения лесов нормативным, техническим документам. В последнее время внесены изменения в основные технические документы, на основании которых осуществляется пользование древесиной (Правила заготовки древесины правила ухода за лесами, правила учета древесины и другие).*

***Ключевые слова:** расчетная лесосека, оптимизация размера пользования, группа возраста, возраст рубки, равномерность пользования, хозсекция.*

Поскольку оптимальная расчетная лесосека должна обеспечивать относительную равномерность пользования древесиной на длительный период, то ее величину предпочтительнее определять не на предстоящий ревизионный период, а на весь период рубки в хозсекциях.

Основной целью исследования является определение расчетной лесосеки по хозяйственным секциям и группам возраста с целью обеспе-

чения многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов, исходя из установленных возрастов рубок сохранения биологического разнообразия, водоохраных, защитных и иных полезных свойств леса.

Спелость насаждений – это такое их состояние, при котором они по своим количественным и качественным показателям в наибольшей степени отвечают целям ведения лесного хозяйства и организации лесопользования. [2] Спелость насаждений характеризуется предельным возрастом, при котором достигается максимум среднего прироста того или иного целевого ресурса леса. Принятый при организации хозяйства возраст спелости насаждений служит основанием для деления лесного фонда на возрастные группы: молодняки, средневозрастные приспевающие спелые и перестойные. Возраст рубки – это минимальный возраст, в котором древостои достигают требуемой спелости и могут быть нормально назначены в рубку с удовлетворением целей хозяйства. В зависимости от характера распределения древостоев по классам возраста и их состояния он может временно не совпадать с возрастом принятой спелости и отклоняться в ту или иную сторону при сохранении величины оборота рубки. [1]

В табл. 1 приведены данные материалов лесоустройства и взяты как изначальный материал: представлены данные по группам возраста и исчисленные расчетные лесосеки на данном участке.

Таблица 1. Исчисленные расчетные лесосеки по данным лесоустройства

Хозсекция	Порода	Земли, покрытые лесной растительностью	Исчисленные расчетные лесосеки						
			равномерного пользования	2-я возрастная	1-я возрастная	интегральная	по спелости	по состоянию	по среднему приросту
Хвойная хозсекция	Всего хвойных	3402,1	37,8	41,9	54,6	40,3	74,9	31,5	48,1
	сосна	1428,5	15,9	23,4	32,7	21,8	36,1	3,0	20,9
	ель	1973,6	21,9	18,6	21,9	18,5	38,8	28,6	27,0
Мягколиственная хозсекция	Всего мягколиственных	4776,7	76,5	118,3	159,7	126,0	278,9	111,0	77,1
	береза	4338,8	66,8	104,5	145,2	113,2	252,7	110,0	67,8
	осина	437,9	9,7	13,8	14,5	12,8	26,2	1,0	9,6
Всего	Всего	8178,8	114,3	160,2	214,3	166,3	214,3	142,5	124,4

В программе, разработанной в институте «Поволжского государственного технологического университета» – ForestDB, произвели расчет данных лесоустройства и получили исчисленные расчетные лесосеки, которые представлены в табл. 1 и 2. При расчетах по хвойному хозяйству оптимальна лесосека равномерного пользования, по лиственному – лесосека по среднему приросту.

Мною была проведена актуализация лесоустроительных данных на 10 лет вперед, которая представлена в табл. 2

Таблица 2. Исчисленные расчетные лесосеки актуализации на 10 лет

Хозсекция	Порода	Земли, покрытые лесной растительностью	Исчисленные расчетные лесосеки						
			равномерного пользования	2-я возрастная	1-я возрастная	интегральная	по спелости	по состоянию	по среднему приросту
Хвойная хозсекция	Всего хвойных	3770,9	41,9	42,2	49,7	40,2	82,6	57,1	39,6
	сосна	1518,1	16,9	22,0	31,2	22,4	51,8	12,6	16,5
	ель	2252,8	25,0	20,2	18,5	17,7	30,8	44,5	23,2
Мягко-лиственная хозсекция	Всего мягко-лиственных	4129,4	65,9	101,0	137,7	109,5	239,9	164,1	64,3
	береза	3781,1	58,2	90,9	122,6	99,4	222,0	153,8	57,5
	осина	348,3	7,7	10,1	15,1	10,1	18,0	10,3	6,6
Всего	Всего	7900,3	107,8	143,2	187,4	149,6	405,0	221,2	104,2

После актуализации данных изменилась оптимальная лесосека только по хвойному хозяйству – лесосека по среднему приросту.

Вывод.

Программа ForestDB настроена автоматически вычислять расчетную лесосеку для обеспечения многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного освоения лесов.

Литература

1. Верховсунов, П. М. Лесоустройство: учебное пособие / П. М. Верховсунов, Н. А. Мойсеев, Е. С. Мурахтанов. – Йошкар-Ола МарГТУ, 2002. – 444 с.
2. Лосницкий, К. Б., Чуенков В.С. Эталонные леса / К. Б. Лосницкий, В. С. Чуенков. – 2-е изд., перераб. – М.: Лесн. Пром-сть, 1980. – 182 с.

Загуменнов В. Н.

Научный руководитель: Конюхова Т. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ КОНТРОЛИРУЕМОЕ ВЫЖИГАНИЕ СУХИХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается технология тушения пожаров при помощи отжига, а также изучаются особенности применения отжига при тушении лесных пожаров. По результатам исследования разрабатывается методика применения отжига в современных условиях и предлагаются рекомендации, позволяющие исключить возникновение нежелательных ситуаций в процессе работы служб по тушению лесных пожаров.*

В статье обобщены достоинства, недостатки и выявлены оптимальные условия применения отжига.

***Ключевые слова:** отжиг, выжигание, горючие материалы.*

Профилактическое контролируемое выжигание проводится с целью создания защитных полос, которые оказывают сдерживающее влияние на возникновение и распространение пожаров; предотвращение возникновения пожаров от палов сухой травы.

Выжигание усохшего травостоя (ветоши) ранней весной или поздней осенью на не покрытых лесом участках вдоль дорог и вблизи населенных пунктов исключает возможность возникновения пожаров в летний период, поскольку без ветоши огонь по зеленому (вегетирующему) травостойу распространяться не может вследствие высокого влагосодержания (свыше 150 %).

Методы выжигания:

- 1) выжигание от центра на ровных площадках и склонах с уклоном до 20%;
- 2) выжигание полосами на склонах с уклоном более 20% сверху вниз, ширина полос – 30-60 м;
- 3) выжигание от кромок на небольших площадях в 0,4-0,8 га, которое также используется как вспомогательный метод на больших площадях при выжигании от центра, выжигании полосами и при выжигании склонов небольших узких оврагов;
- 4) тыловой пал (применяется для выжигания молодняков на склонах);

5) выжигание полосами по ветру (применяется при высокой относительной влажности воздуха – 50-55%);

6) пятнистое, или шахматное выжигание (используется обычно в осенне-зимнее время при полном или частичном отсутствии снежного покрова, а также тогда, когда условия опасны для выжигания полосами по ветру);

7) фланговый пал (применяется при устойчивом ветре и однородности слоя горючих материалов);

8) выжигание по ветру (огонь пускается в сторону подготовленного противопожарного разрыва).

Органы государственной власти, органы местного самоуправления, а также физические и юридические лица, которыми осуществляется пользование земельными участками, не вправе допускать выжигания сухой травянистой растительности.

Профилактические выжигания проводятся в равнинных условиях и только в границах противопожарных барьеров, в качестве которых могут использоваться защитные минерализованные полосы или естественные преграды, а также дороги, ручьи, реки, просеки. Работы ведутся в безветренную погоду до наступления пожароопасного сезона или сразу после его окончания.

Перечень технических средств и снаряжения, используемых при проведении профилактических выжиганий, включает:

- основную пожарную либо приспособленную технику;
- землеройную технику;
- индивидуальные ручные средства, используемые для зажигания;
- индивидуальные средства защиты (респиратор);
- средства связи;
- средства для создания преград распространению огня и для его тушения в случае угрозы выхода профилактического выжигания из-под контроля;
- другие виды пожарной техники, средств тушения пожара, оборудования, пожарного снаряжения, возможные для использования в соответствии с местными условиями.

Участок земли, на котором запланировано выжигание сухой травянистой растительности, ограничивается противопожарными разрывами не менее 2 метров. Территория вокруг участка выжигания сухой травянистой растительности очищается в радиусе 25-30 метров от сухостойных деревьев, валежника, порубочных остатков, других горючих материалов; относительная влажность воздуха более 50%, температура воздуха составляет 15-20°C, средняя скорость ветра не должна превышать 2 м/с; достаточная численность работников бригад органи-

зации, осуществляющей выжигание (не менее 5 человек на каждый блок, подвергаемый выжиганию); члены бригады должны быть обеспечены необходимым количеством средств пожаротушения, пожарной, землеройной и вспомогательной техникой.

Профилактические выжигания запрещаются:

- при действии на соответствующей территории особого противопожарного режима;
- при наличии на земельном участке лесных насаждений;
- при нахождении вблизи участка сжигания объектов защиты, торфяников, а также лесных насаждений из хвойных пород или с их участием не менее 20%, а также хвойных молодняков;
- на торфяных и других почвах, способных к длительному горению.

Основное назначение *отжига* – очистка поверхности почвы от всех горючих материалов.

Очистка площади от горючих материалов с помощью отжига обходится во много раз дешевле, чем при любом другом способе. Для проведения отжига не требуется сложных машин и орудий, поэтому отжиг все чаще используют в качестве простого и очень эффективного средства для остановки лесного пожара, преграждая пожару путь широкой полосой, на которой выжжен напочвенный покров.

Кроме того, отжиг может и должен широко использоваться в качестве рационального приема при тушении кромки пожара другими средствами и способами. Прием этот заключается в создании и последующем тушении искусственной кромки пожара, которую прокладывают рядом с естественной кромкой, но по местам, удобным для тушения. Этот рациональный прием мы называем *частичным отжигом*.

Отжиг следует использовать также и при локализации пожара при прокладке минерализованных полос, выжигая пространство между минерализованной полосой и потушенной кромкой пожара. К сожалению, отжиг, как простое и надежное средство тушения лесных пожаров, используется далеко не всегда.

Литература

1. «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).

Лосев Е. А.

Научный руководитель: Домрачев А. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ДЛЯ МОНИТОРИНГА СПЛОШНЫХ РУБОК

Аннотация. Рассмотрена возможность использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга сплошных рубок и предоставления данных ДЗЗ для отчета об использовании лесов.

Ключевые слова: БПЛА, мониторинг, сплошные рубки, отчет об использовании лесов.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – одна из разновидностей летательных аппаратов, управление которым происходит дистанционно, то есть без пилота на борту. Разделяют их на два типа: дистанционно пилотируемые летательные аппараты и автоматические, программируемые на определенный маршрут полета. Беспилотные летательные аппараты получили широкое распространение во многих сферах деятельности человека, благодаря меньшей стоимости создания и эксплуатации, а также относительной легкости управления в отличие от пилотируемых аналогов.

С вступлением в силу Приказа Минприроды России от 21.08.2017 г. № 451 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет об использовании лесов, формы и порядка представления отчета об использовании лесов, а также требований к формату отчета об использовании лесов в электронной форме», в предоставлении отчета об использовании лесов требуется предоставлять материалы дистанционного зондирования однократно, к годовому отчету, из этого следует, что полученная информация с БПЛА будет востребована в лесном комплексе:

Информация с БПЛА также применяется для мониторинга лесных насаждений и возобновления леса, предотвращения и обнаружения лесных пожаров, незаконных рубок в лесном комплексе; для сбора информации (изображений) при создании трехмерного плана местности и ортофотоплана и других целях.

Помимо всего вышеперечисленного, БПЛА играют огромную роль в мониторинге сплошных рубок: при осмотре разрабатываемых лесо-

сек, определении освоения лесосек в соответствии с технологической картой, степени очистки. Перед съемкой сплошных рубок определяется схема полета, и на основе полученных снимков производится обработка материалов и получение ортофотоплана, модели местности. После совмещения ортофотоплана с данными отвода проверяется, насколько качественно был произведен отвод, имеются ли расхождения. Использование ортофотоплана позволяет заменить полевые работы по проверке поворотных точек границ, что снижает стоимость и время работ.

Таким образом, можно сказать, что беспилотные летательные аппараты являются перспективным средством применения в лесном хозяйстве на территории нашей страны.

Мониторинг сплошных рубок при помощи беспилотных летательных аппаратов является перспективным методом, благодаря своим небольшим размерам и массе технического средства, высокой мобильности, автономности и в простоте управления. Все это позволяет контролировать процесс ведения заготовки древесины.

Стоит также отметить проблемы, затрудняющие использование БПЛА, среди них: стоимость аппарата и сложность обработки данных, а также трудности в получении всех необходимых документов, разрешающих полет и съемку.

Таким образом, применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга лесопользования, в том числе сплошных рубок, представляется возможным и является перспективным направлением для ведения лесного хозяйства.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019).
2. Приказ Минприроды России от 21.08.2017 № 451 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет об использовании лесов, формы и порядка представления отчета об использовании лесов, а также требований к формату отчета об использовании лесов в электронной форме».
3. Мягков, Д. Ю. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга состояния лесного хозяйства / Д. Ю. Мягков, Р. И. Могилянец // Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2013. – № 2(158). – С. 89-92.
4. Коптев, С. В. О возможностях применения беспилотных летательных аппаратов в лесохозяйственной практике / С. В. Коптев, О. В. Скуднева // Известия вузов. Лесной журнал. – 2018. – №1. – С. 150-154.

Лукашевич А. Д.

Научный руководитель: Домрачев А. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ВОЗВРАЩЕНИЕ ПОЛНОМОЧИЙ ПО АВИАЦИОННОЙ ОХРАНЕ ЛЕСОВ НА ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

***Аннотация.** Рассматривается вопрос изменения системы управления авиационной охраны лесов в субъектах Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** лесные пожары, мониторинг, авиалесоохрана.*

Цель данной статьи – внести вклад в реорганизацию системы управления авиационной охраны лесов, достичь объединения региональных баз охраны лесов от пожаров под федеральное управление.

Ежегодно в Российской Федерации от пожаров уничтожается от 0,5 до 2,5 млн. га леса. Каждый год от травяных и тростниковых пожаров в нашей стране сгорают тысячи домов и дач, выходят из строя десятки тысяч местных линий электропередач и различных объектов инфраструктуры, погибают десятки людей. Дым от торфяных и лесных пожаров обостряет у людей течение многих хронических болезней сердца, сосудов, легких – в особо горимые годы из-за дыма увеличивается смертность на десятки тысяч людей. Причинами большинства этих пожаров, в целом по стране примерно 80%, является человеческий фактор.

После вступления в силу Лесного кодекса от 2006 года, полномочия по авиационному тушению, обнаружению и обслуживанию лесных пожаров были отданы субъектам Российской Федерации, то есть единая система авиалесоохраны, борющаяся с лесными пожарами на территории всей страны, перестала существовать.

Следует отметить наиболее важные негативные последствия после этих изменений: была ликвидирована в нескольких субъектах служба ПДПС (парашютно-десантная пожарная служба), не стало межбазового маневрирования (переброска людей и техники в наиболее горимые регионы), кратности полетов в зависимости от класса ПО (пожарной опасности по условиям погоды) не соблюдаются, из-за этого сократились часы налета ВС на авиапатрулировании в несколько раз по стране, общее по стране сокращение численности работников авиационной охраны лесов в пять раз по сравнению с численностью на 2006 год; показатели по обнаружению, тушению лесных пожаров на малой площади значительно ухудшились.

Для улучшения борьбы с лесными пожарами необходимо вернуть службу авиационной охраны лесов на федеральный уровень, так как специфика возникновения лесных пожаров такова, что они неравномерно возникают на территории страны. Нецелесообразно содержать людей и технику для тушения лесных пожаров в регионе, который не горит, то есть необходимо вернуть межбазовое маневрирование и осуществлять переброску людей и техники в кратчайшие сроки в нуждающийся регион. В нынешней ситуации межбазовое маневрирование практически не работает, так как уходит значительное время на оформление договоров между организациями и субъектами на оказание помощи в случае возникновения лесных пожаров. Необходимо помнить, что лесной пожар – это явление динамическое, эволюция которого определяется прошедшим временем и условиями (погодными, топографическими, растительными.) При возвращении авиационной охраны лесов на федеральный уровень пропадет проблема в большой текучести кадров, заработная плата работников ПДПС в регионах очень различна, к примеру, парашотист-пожарный в Перми получает 15 тысяч рублей, а в Кирове 30 тысяч рублей, многие работники в таком случае уезжают вахтой на пожароопасный сезон в соседнюю область, а в другой области из-за этого постоянный дефицит работников. При объединении региональных организаций по охране лесов от пожаров исчезнет проблема в обнаружении и тушении пожаров на границах субъектах, к примеру при проведении авиапатрулирования с активными силами (с ПДПС на борту) был обнаружен лесной пожар на территории граничащего субъекта, в двух километрах от границы своей территории, целесообразно там сразу же произвести высадку ПДПС, для ликвидации небольшого пожара в кратчайшие сроки, действующая в данный момент структура авиационной охраны лесов не позволяет без договора сделать эту высадку.

Следует также отметить недостоверные данные о площади лесных пожаров, предоставляемые субъектами в отчетах для Федерального агентства лесного хозяйства. Информация о площадях лесных пожаров намеренно занижается и является недостоверной, особенно при крупных лесных пожарах в регионе. Следствием этого является недооценка потребности в силах и средствах для тушения пожара в регионе в последующем, а также острое недофинансирование лесопожарных организаций. Переданные субъектам полномочия по тушению лесных пожаров способствуют сокрытию реальной информации о лесных пожарах.

Федеральные полномочия смогут поспособствовать наведению порядка в используемых воздушных судах для выполнения лесоавиационных работ, поскольку не каждый тип ВС подходит для выполнения этих работ.

Федеральные полномочия смогут также способствовать реализации способов тушения пожаров с помощью искусственного вызывания осадков и проведения взрывных работ. В региональных базах эти способы на данный момент не применяются из-за отсутствия нормативной документации, а также из-за отсутствия допусков на данные вид работ у работников.

Вывод. Принимая во внимание экономические, юридические, логистические, управленческие факторы, подразумеваемая под ними повышение эффективности всей системы в целом, авиационную охрану лесов в нашей стране следует вернуть на Федеральный уровень управления.

Литература

1. Шутов, И. В. Реанимация лесного хозяйства / И. В. Шутов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=21188> (дата обращения 1 марта 2019).

2. Валентик, И. В. Рослесхоз надеется на скорейшую федерализацию авиационной охраны лесов / И. В. Валентик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://regnum.ru/news/2438082.html> (дата обращения 5 марта 2019).

УДК 630.99

Лукашевич А. Д.

Научный руководитель: Домрачев А. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОМАНДНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПУНКТА (КДП) В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

***Аннотация.** Представлен пример создания и использования ГИС на основе бесплатной программы «Google Earth».*

***Ключевые слова:** авиационная охрана лесов, ГИС программа, обнаружение лесных пожаров, КДП (командно-диспетчерский пункт), авиационный мониторинг.*

Объектом исследования является деятельность организации специализированного автономного учреждения лесного хозяйства Вологодской области «Авиалесоохрана», ее структуры, а именно работа командно-диспетчерского пункта (сокращенно КДП).

Основная проблема в работе КДП состоит в отсутствии картографических материалов в электронном виде, что существенно затрудняет оперативность, обработку и передачу информации по пожару.

В течение пожароопасного сезона возникают проблемы у работников КДП с полученной информацией по пожару, ее обработкой, координацией действий работников на пожарах, логистикой.

В работе с информацией о лесных пожарах работники КДП, диспетчера, не имея в распоряжении ГИС, тратят больше времени на обработку информации, также возникают трудности и ошибки. Несколько примеров: ошибка в определении лесовладельца, на чьей территории произошел лесной пожар, особенно актуально для пожаров, которые возникают на границах или близки к границам лесничеств, арендаторов, субъектов РФ и т. д. Следующая проблема – это местоположение пожара в границах квартала. К примеру, ситуация: самолет, выполняющий авиационный мониторинг, обнаружил лесной пожар и передал в КДП данные о нем. Данные следующие: время обнаружения, государственное лесничество, участковое лесничество, номер квартала, площадь лесного пожара, вид, интенсивность, координаты при наличии на борту навигационной системы. Пожар к примеру, оказался на площади 0,01 га (это минимальная площадь фиксируемого лесного пожара, согласно инструкции по авиационной охране лесов), а размер самого квартала, в котором пожар 2х2 километра. Работникам наземных служб, приехавшим на тушение этого пожара, будет сложно его найти. Дело в том, что в данных, переданных с самолета авиалесоохраны, нет выдела (так как авиационная охрана лесов использует для определения местоположения лесного пожара топографические карты с нанесенной квартальной сетью без выделов, масштабом 1:100000), координаты пожара, передаваемые с самолета, также имеют неточность. С самолета нельзя поставить точку именно над пожаром, так как самолет Ан-2 за 1 секунду пролетает 40 метров, и к тому же еще существует задержка от приема сигнала спутников, на практике эта «точковка» пожара в итоге имеет погрешность до 300 метров. Необходимо затронуть и координацию диспетчером КДП маршрута воздушных судов, когда поступают новые вводные по пожарам или термоточкам, диспетчер должен своевременно по радиосвязи передавать на борт новые вводные.

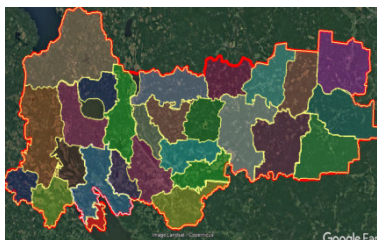


Рис. 1. Границы субъекта и лесничеств

Создание ГИС заключается в наложении квартальной сети обслуживаемой территории, карт пожарной опасности, а также нанесе-

ние маршрутов патрулирования, границ лесничеств и национальных парков (рис 1), пожаров, подключение различных данных из ИСДМ-рослесхоз.

Задачи, решаемые ГИС. Одной из самых главных задач, решаемых с помощью ГИС, является визуальное отображение места пожара на карте и быстрое переключение слоев. Главное преимущество в том, что работники едут искать и тушить лесной пожар уже с готовой картой, где на квартальной сети отображено место пожара. Преимуществом



Рис. 2. Термоточки, сформированные в ИСДМ

ГИС является быстрота и простота получения данных и сведений, работнику КДП, если получены координаты пожара, остается только их внести в программу. Получив координаты пожара, пользователь программы, например: диспетчер КДП, работники лесничеств, руководители тушения, – может ввести данные координаты в программу и, используя слои, наблюдать квартал пожара, спутниковый снимок местности, карту пожарной опасности по лесорастительным условиям. Маршруты авиапатрулирования нанесены в ГИС, что позволяет диспетчеру руководить маршрутом ВС в зависимости от обстановки. С использованием ГИС пропадает ошибка в звене передачи данных КДП – лесничество. На сайте ФБУ «Авиалесоохрана» www.aviales.ru расположена информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз). Картографический интерфейс системы позволяет формировать данные для отображения в ГИС Google Earth. В течение пожароопасного сезона система ИСДМ фиксирует «термоточки». Подключая слой квартальной сети к сформированным данным о «термоточках», можно определить лесопользователя, диспетчер может оперативно сообщить лесопользователю о возможном возгорании на его территории (рис. 2).

В ИСДМ-рослесхоз формируются различные метеоданные, наиболее востребовано для САУ лх ВО «Авиалесоохрана» информация о классах пожарной опасности (КПО) по условиям погоды. (рис. 3).

Заключение. С помощью разработанной программы диспетчерам КДП в

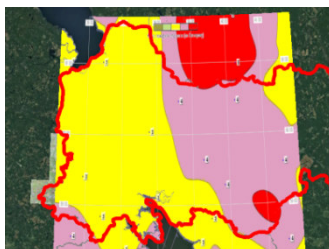


Рис. 3. Классы ПО по условиям погоды

пожароопасном сезоне 2018 года удалось быстро и оперативно обрабатывать, анализировать и предоставлять информацию о лесных пожарах. Не было ни единой ошибки в определении места пожара. Решения по доставке работников и техники для тушения пожара принимались оперативно и правильно. Данная программа будет полезна для любой лесопожарной организации, не имеющей своей ГИС.

Литература

1. Щетинский, Е. А. Авиационная охрана лесов: учебное пособие / Е. А. Щетинский. – М.: ВНИИЛМ – 2001. – 490 с.
2. Котельников, Р. В. Задачи принятия решений в области охраны лесов от пожаров / Р. В. Котельников, Н. А. Коршунов // Сибирский лесной журнал. – 2017. – №5. – С. 18-24.

УДК 630*23

Малыгина Ю. В.

Научный руководитель: Черных В. Л., д-р с.-х. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОБОСНОВАНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ СПОСОБОВ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ЛЕСНЫХ УЧАСТКАХ В УСЛОВИЯХ СОРВИЖСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье описана проблема выбора способа лесовосстановления на лесном участке.

Ключевые слова: способы лесовосстановления, подрост, густота, тип леса.

Введение. Возобновление леса – процесс образования нового поколения леса естественным или искусственным путем под пологом леса, на вырубках и гарях.

Возобновление леса в зависимости от степени участия человека может быть естественным, искусственным и комбинированным. Естественное возобновление леса – это процесс образования нового поколения леса естественным путем (самопроизвольное зарастание лесом) без вмешательства человека. По времени его проявления по отношению к рубке древостоя оно подразделяется на предварительное и последующее. Актуальность направления исследования подтверждается

и тем, что правильность назначения способа лесовосстановления на лесном участке обуславливает продуктивность и качество будущих лесных насаждений [1, 3, 4].

Цель работы заключается в совершенствовании подходов к обоснованию способа лесовосстановления с учетом лесоводственных условий и таксационной характеристики выдела.

Методика работ. Контент-анализ литературных и нормативно-правовых источников по лесовосстановлению. Сбор экспериментальных данных на территории объекта исследования проводился по методу пробных площадей. Математико-статистическая обработка материалов пробных площадей по оценке характеристики подроста по древесным породам выполнялась в среде АИС-ПДР [4].

Объект исследования. В качестве объекта исследования была выбрана территория Сорвижского лесничества Кировской области.

Введение. Возобновление леса – процесс образования нового поколения леса естественным или искусственным путем под пологом леса, на вырубках и гарях.

Возобновление леса, в зависимости от степени участия человека, может быть естественным, искусственным и комбинированным. Естественное возобновление леса – это процесс образования нового поколения леса естественным путем (самопроизвольное зарастание лесом) без вмешательства человека. По времени его проявления по отношению к рубке древостоя оно подразделяется на предварительное и последующее. Актуальность направления исследования подтверждается и тем, что правильность назначения способа лесовосстановления на лесном участке обуславливает продуктивность и качество будущих лесных насаждений [1, 3, 4].

Цель работы заключается в совершенствовании подходов к обоснованию способа лесовосстановления с учетом лесоводственных условий и таксационной характеристики выдела.

Методика работ. Контент-анализ литературных и нормативно-правовых источников по лесовосстановлению. Сбор экспериментальных данных на территории объекта исследования проводился по методу пробных площадей. Математико-статистическая обработка материалов пробных площадей по оценке характеристики подроста по древесным породам выполнялась в среде АИС-ПДР [4].

Объект исследования. В качестве объекта исследования была выбрана территория Сорвижского лесничества Кировской области.

Характеристика лесных земель по способам лесовосстановления
в Сорвижском лесничестве Кировской области

Квар- тал/ выдел	S, га	Характеристи- ка подростка	Воз- раст, лет	Вы- со- та, м	Тип леса	Способ лесо- восстановле- ния по проек- ту освоения лесов	Рекомендуе- мый автором способ лесо- восстановле- ния
1	2	3	4	5	6	7	8
23 /25	1,2	подрост: 10Е; 5 м; 0,5 тыс. шт/га	90	25	майниково- брусничный	Лесные культуры 2018	Лесные культуры
35/3	4,1	единичные деревья 10Е	100	28	майниково- брусничный	Лесные культуры 2017	Лесные культуры
28/5а	8,1	подрост: 10Е; 5 м; 1 тыс. шт/га	90	25	майниково- черничный	Лесные культуры 2016-2017	Комбиниро- ванный
27/34	2,4	подрост: 10Е; 4 м; 1 тыс. шт/га	85	24	майниково- черничный	Лесные культуры 2015	СЕВ (минерализация)
35/17	12, 2	подрост 10С	3		майниково- брусничный	Лесные культуры 2013	Лесные культуры
35/4а	3,4	подрост 10С	4	-	майниково- брусничный	Лесные культуры 2012	Комбиниро- ванный
35/6	1,7	подрост 10Е; 4 м; 3 тыс. шт/га	90	24	майниково- брусничный	СЕВ 2017	СЕВ (сохра- нение под- роста)
26/12	3,0	подрост 10Е	30	8	брусничный	СЕВ 2015	Лесные культуры
28/5	8,1	подрост 10Е; 5 м; 1 тыс. шт/га	90	25	майниково- черничный	СЕВ 2014	Комбиниро- ванный
22/32	5,4	подрост 10Е	30	8	брусничный	СЕВ 2013	Лесные культуры
28/24	8,0	подрост: 10Е; 4 м; 2 тыс. шт/га	75	23	майниково- брусничный	СЕВ 2013	СЕВ (сохра- нение под- роста)
35/4	3,4	единичные деревья 10Е	40	9	майниково- брусничный	СЕВ 2012	Комбиниро- ванный

Результаты исследований и их обсуждение. Было обследовано 10 лесных таксационных участков с разным способом лесовосстановления, которые были установлены в соответствии с действующим проектом освоения лесов. Основная задача исследования заключалась в подробном анализе хода лесовосстановления в различных лесорастительных условиях на лесных землях и проверке обоснованности назначения способа лесовосстановления. Наши материалы (таблица) показывают, что на вырубках сосняков майниково-брусничных с разными способами возобновления (искусственным и естественным путями) характер начальных этапов восстановления различается несущественно. Содействие естественному возобновлению на вырубках с посадкой лесных культур естественным путем оказывает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), ель европейская (*Picea abies*) и береза повислая (*Betula pendula*). Их численность на одно- и двухлетних вырубках составляет 5,5 тыс. экз./га, а на шестилетних – 1,5 тыс. экз./га, что обусловлено самоизреживанием подроста. На всех вырубках преобладает самосев березы повислой (*Betula pendula*).

Оказалось, что в лесных культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в первые годы преобладают экземпляры высотой до 0,5 м численностью 9,1 тыс. экз./га (на однолетних вырубках). На шестилетних вырубках количество подроста уменьшилось до 7,0 тыс. экз./га, среди них преобладают экземпляры высотой более 0,5-1,5 м.

На вырубках с содействием естественному возобновлению в ходе лесозаготовки при сохранении подроста ели европейской (*Picea abies*) численностью 700 экз./га, высотой 0,5-1,5 м на трехлетней вырубке отмечено последующее возобновление ели, численностью 11 тыс. экз./га, которая к 4-5 годам уменьшается в 3 раза. Кроме ели, в рассматриваемых типах леса происходит возобновление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и березы повислой (*Betula pendula*). Численность подроста сосны незначительна, однако на пяти и шестилетней вырубках она увеличивается в несколько раз (до 3,2 тыс. экз./га). Количество подроста березы незначительное, варьирует на разных участках от 100 экз./га до 2300 экз./га.

Отметим, что установленный способ лесовосстановления на опытных участках (таблица) совпал с рекомендацией автора только в 50% случаях. Это свидетельствует о том, что мероприятия по лесовосстановлению назначаются, используя только общую информацию, приведенную в Правилах лесовосстановления [2] или в проекте освоения лесов. Но лесовосстановительный процесс – настолько сложное явление в жизни леса, что использование исключительно общей информации не-

достаточно, чтобы создать устойчивое и продуктивное насаждение в будущем.

Рекомендации. При назначении способа лесовосстановления на лесных землях необходимо учитывать не только требования «Правил лесовосстановления», но и динамику естественного лесовосстановления в конкретных лесорастительных условиях.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации. – М., 2006.
2. Правила лесовосстановления. Утв. приказом МПР РФ № 375 от 29.06.2016.
3. Смирнов, А. П. Лесоведение. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 160 с.
4. Шиховцов, А. О. Лесоводственно-экономическое обоснование объемов лесовосстановления на арендном участке / А. О. Шиховцов, Л. В. Черных, В. Л. Черных // Научному прогрессу – творчество молодых: материалы X международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола Поволжский государственный технологический университет, 2015. – Ч. 3. – С. 182-184.

УДК 630.3

Минин Н. Н.

Научный руководитель: Домрачев А. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА АРЕНДОВАННЫХ УЧАСТКАХ

Аннотация. Рассмотрена возможность использования свободно распространяемых данных дистанционного зондирования земли для мониторинга заготовки древесины на арендованных лесных участках.

Ключевые слова: свободно распространяемые данные дистанционного зондирования, мониторинг заготовки древесины, Sentinel-2A, Landsat-8.

Согласно приложению 3 пункта 4 и 5 к приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21.08.2017 г. № 451, гражданам, в том числе индивидуальным предпринимателям,

юридическим лицам, осуществляющим заготовку древесины, за исключением лиц, осуществляющих заготовку древесины при использовании лесов в соответствии со статьями 43 – 46 Лесного кодекса Российской Федерации в целях подтверждения соблюдения требований, указанных в части 3 статьи 16 Лесного кодекса Российской Федерации, предоставляется право выбора прилагаемых в обязательном порядке к отчету материалов дистанционного зондирования (в том числе аэрокосмической съемки, аэрофотосъемки) (далее – материалы ДЗ), фото- и видеофиксации лесосеки (выдела), на которой производится заготовка древесины. Материалы ДЗ должны прилагаться к отчету для определения местоположения и площади лесосеки. В качестве основы наглядного изображения должны применяться оптические и радарные космические снимки, аэрофотоснимки, аэроснимки с беспилотных летательных аппаратов, с пространственным разрешением не хуже 15 метров и представлять собой наглядные изображения лесосеки с отображением границ кварталов и фактических границ лесосеки, с указанием масштаба кратному 1 : 5 000 м в соответствии с картами-схемами проекта освоения лесов или договора купли-продажи лесных насаждений. Снимки должны быть отсняты в светлое время суток при отсутствии факторов, ограничивающих видимость (туман, дождь, снег, задымление). Изображение должно представляться в формате JPEG.

В качестве данных ДЗ для обеспечения всех требований данного приказа оптимальным образом могут подойти космические снимки со спутников Sentinel-2A и Landsat-8, которые предоставляются бесплатно на официальных сайтах.

Sentinel-2A – проект Европейского космического агентства (ЕКА) Sentinel – оснащен оптико-электронным мультиспектральным сенсором для съемок с разрешением от 10 до 60 м. Орбита высотой в среднем 785 км, наличие в миссии двух спутников позволяют проводить повторные съемки каждые 5 дней на экваторе и каждые 2-3 дня в средних широтах.

Landsat-8 – американский спутник дистанционного зондирования Земли, восьмой в рамках программы Landsat. Выведен на орбиту 11 февраля 2013 года. Спутник был построен на базе платформы LEOStar-3 компанией Orbital Sciences Corporation. Полезная нагрузка космического аппарата создана компанией Ball Aerospace и Центром космических полетов Годдарда (NASA). Его сенсор имеет разрешение 15 м.

Данные этих спутников можно бесплатно скачать на большом количестве сайтов, вот некоторые из них:

– официальный сайт проекта Copernicus (scihub.copernicus.eu/dhus/#/home);

– портал Sentinel-Hub, позволяющий просматривать и отбирать имеющиеся снимки в реальном разрешении и в любых сочетаниях каналов (apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/);

– LandViewer – удобные фильтры поиска для просмотра и загрузки снимков Sentinel-2 и Landsat-8 (lv.eosda.com/);

– EarthExplorer (earthexplorer.usgs.gov/).

Использование свободно распространяемых данных дистанционного зондирования Земли позволит пользователям лесного участка без лишних материальных затрат подготовить отчет об использовании лесов.

Для контролирующих органов качество предоставляемых данных со спутника дистанционного зондирования Sentinel-2A и Landsat-8 достаточно для своевременного выявления вреда, причиненного лесам, вследствие нарушения лесного законодательства.

Предлагаемые снимки пригодны по большей части для мониторинга сплошных рубок, для мониторинга выборочных рубок качество данных недостаточно, и нужно использовать данные с большим пространственным разрешением, например, данные с БПЛА (рис. 1 и 2).

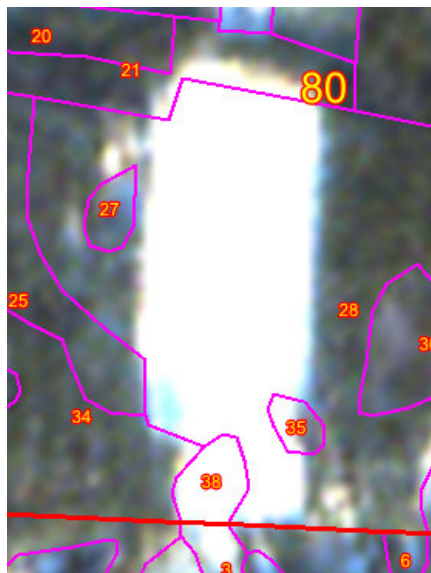


Рис. 1. Данные с спутника Sentinel-2A
пространственное разрешение –
10 м/пикс,
дата съемки – 18.12.2018 года



Рис. 2. Данные съемки с БПЛА
пространственное разрешение –
0,05 м/пикс,
дата съемки – 28.07.2018 года

Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.

УДК 630.61

Рычихин А. А.

Научный руководитель: Попова Н. Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

АНАЛИЗ ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОГКУ «ОКТЯБРЬСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО» КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

***Аннотация.** В данной статье рассматривается система, в которой сочетаются принципы делегирования полномочий, вопросы двойного ведения в сфере лесных отношений, предусмотренные Конституцией Российской Федерации.*

***Ключевые слова:** использование лесов, лесохозяйственные работы.*

Леса России, занимая четверть площади мирового лесного покрова и являясь одним из возобновляемых природных ресурсов, удовлетворяют множественные потребности экономики и общества в лесных ресурсах, выполняют важнейшие средообразующие, средозащитные и иные полезные функции.

Действующая в настоящее время модель управления лесным хозяйством определена характером развития рыночных отношений в России и закреплена Лесным кодексом Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ. Она сложилась в соответствии с общими тенденциями изменения в системе государственного управления, произошедшими в ходе осуществления административной реформы, а также реформ в бюджетно-финансовой сфере, разграничении полномочий органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления. В результате традиционная вертикаль управления лесами, как государственной собственностью, была заменена более сложной системой, в которой сочетаются принципы делегирования полномочий, вопросы

двойного ведения в сфере лесных отношений, предусмотренные Конституцией Российской Федерации.

Постановлением департамента лесного хозяйства Костромской области от 14.10.2015 г. № 7 «Об утверждении лесохозяйственного регламента Октябрьского лесничества» утвержден лесохозяйственный регламент ОГКУ «Октябрьское лесничество» Костромской области.

Согласно лесохозяйственному регламенту, территория Октябрьского лесничества: общая площадь земель – 148048 га (100%); лесные земли, всего – 145849 га (98,5%).

На территории ОГКУ «Октябрьское лесничество» Костромской области предусмотрены все виды использования лесов согласно статье 25ЛК РФ, но основным видом является заготовка древесины. Количество арендаторов, осуществляющих свою деятельность на территории Октябрьского лесничества, составляет 25 предприятий, занимающихся глубокой переработкой древесины. Площадь используемых лесных участков, переданных в аренду, составляет 103518 га. – это 70% от общей площади лесничества. Основной способ рубки на территории Октябрьского лесничества – это сплошная рубка.

Распределение площади лесных насаждений на территории Октябрьского лесничества: хвойные – 65117,5 га, из них спелые и перестойные занимают – 33269,6 га, или 51% площади; мягколиственные – 77399 га, из них спелые и перестойные занимают – 36829,2 га, или 47,6% площади.

В целом, лесные насаждения Октябрьского лесничества довольно высокопродуктивные, преобладают древостои IА-II бонитетов – 91,2%. Низкобонитетные (V-Va) насаждения занимают 0,5% площади лесничества. Полнота лесных насаждений, являясь показателем концентрации запаса на единицу площади, служит одним из важнейших показателей, характеризующих производительность насаждений. В Октябрьском лесничестве преобладают среднеполнотные насаждения (0,6-0,7) – 62,4%, высокополнотные (0,8-1,0) – 20,8% и низкополнотные (0,3-0,5) – 16,8%. Средняя полнота по лесничеству – 0,66, в хвойных насаждениях – 0,63, в мягколиственных – 0,68. Средний возраст лесных насаждений по Октябрьскому лесничеству составляет – 63 года, в хвойных насаждениях – 76 лет, в мягколиственных – 52 года.

Состав лесных насаждений по Октябрьскому лесничеству:

- хвойные насаждения – 4Е3С2Б1Ос+П;
- мягколиственные насаждения – 5Б2Ос2Е1С+Олс,Ивд.

Средний запас лесных насаждений на 1 га по Октябрьскому лесничеству составляет: хвойные насаждения – 213 м³; мягколиственные насаждения – 154 м³.

В России происходит неблагоприятный для лесной промышленности процесс замещения хвойных пород лиственными, связанный с низкой обеспеченностью рубками ухода, фактическим завершением лесовосстановления, переводом лесных участков в лесные насаждения без учета породной структуры. Удельная площадь лесных культур в площади лесовосстановления снижается относительно уровня начала 2000-х гг. Преобладающим способом лесовосстановления является содействие естественному восстановлению, при этом плановая обеспеченность восстанавливаемых лесов рубками ухода в молодняках составляет 43%, фактическая – 31%. Низкая обеспеченность создаваемых культур ухода приводит к их гибели – в отдельные годы до 60% лесных культур погибли из-за зарастания мягколиственными породами.

Все лесовосстановительные работы на территории Октябрьского лесничества проводят арендаторы лесных участков. Площадь лесовосстановительных работ на 2018 год составила:

Уход за молодняками	375 га
Подготовка почвы	268 га
Комбинированное лесовосстановление	130 га
Искусственное лесовосстановление	269 га
Содействие возобновлению леса	1265 га
Уход за лесными культурами	6,1 га
Дополнение лесных культур	26 га

Все лесовосстановительные работы на территории Октябрьского лесничества проведены в полном объеме. Контроль за сроками, объемами и качеством выполняемых лесовосстановительных работ осуществляло ОГКУ «Октябрьское лесничество» Костромской области.

Выводы. Несмотря на уникальный опыт государственного и общественного управления лесами, лесное хозяйство сегодня требует использования современных инновационных научно-технических достижений, существенной модернизации, ориентированной на коренное обновление всех направлений деятельности. Переориентация лесного хозяйства вызвана необходимостью обеспечения устойчивого управления лесами в условиях усложняющихся проблем сохранения и использования лесов, повышения международных, социальных, экологических и экономических требований к лесоправлению.

Литература

1. «Лесной кодекс Российской Федерации» от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 03.08.2018).
2. Федеральный закон Российской Федерации от 14.03.2009 г. № 32-ФЗ «О внесении изменений в Лесной Кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. Книзе, А. О двух точках зрения на российский лес и лесное хозяйство / А. Книзе, Б. Романюк // Устойчивое лесопользование. – 2004. – № 3. – С. 2-7.
4. Постановление департамента лесного хозяйства Костромской области от 14.10.2015 г. № 7 «Об утверждении лесохозяйственного регламента Октябрьского лесничества».
5. <https://proderevo.net>.

УДК 338.48:630*6(470.343)

Староверов И. С.

Научный руководитель: Конюхова Т. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭКОТУРИЗМ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В последние годы люди все чаще задумываются о сохранении природы в первозданном виде. Но чтобы сохранить ее в таком виде, нужен некий эталон, которым могут служить заповедники, национальные парки и другие нетронутые человеком места дикой природы. В Республике Марий Эл набирает обороты познавательный туризм в заповеднике «Большая Кокшага», что не может не радовать.

Ключевые слова: экологический туризм, экотуризм, познавательный туризм, сохранение природы, заповедник.

За последние годы интерес к экотуризму значительно возрос. Природу любит, пожалуй, каждый, а изумительной красоты мест, не тронутых человеком, в нашей стране все меньше и меньше.

До середины 90-х заповедники были практически полностью закрыты для посещения, и до сих пор вопрос о возможности развития экологического туризма на заповедных территориях остается открытым. Познавательный туризм, связанный с посещением конкретных маршрутов на заповедной территории, развит крайне слабо, а большая часть посетителей – посетители музеев природы, расположенных на центральных усадьбах нескольких заповедников. Тем не менее, большинство запо-

ведников начали развитие на своих территориях, на федеральном уровне был принят ряд документов, направленных на развитие экотуризма, но на практике все оказалось намного сложнее. Участие того или иного заповедника в экотуристической сфере полностью зависит от желания его администрации.

В Российской Федерации из всех особо охраняемых природных территорий наиболее известны государственные природные заповедники и национальные парки. На 11 января 2018 года всего в России создано 105 государственных природных заповедников, 52 национальных парка, 57 федеральных заказников, 17 памятников природы и 67 ботанических садов. Общая площадь ООПТ федерального значения составляет 63,3 млн. га, а вместе с региональными территориями площадь ООПТ в России составляет 209,5 млн. га (на 2016 год составила около 11,4% от общей площади страны).

Согласно федеральному закону от 14.03.1995 № 33-ФЗ (ред. от 03.08.2018 г.) «Об особо охраняемых природных территориях» (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.08.2018 г.) в статье 7 в задачи государственных природных заповедников входит экологическое просвещение и развитие познавательного туризма. Вторая часть этой задачи – продвижение познавательного туризма – сейчас решается в Республике Марий Эл заповедником «Большая Кокшага».

Экопросвещение помогает сформировать положительное отношение к особо охраняемой природной территории, понимание его роли и места в сохранении общего биоразнообразия и экологического баланса.

Эколого-просветительская деятельность не дублирует работу органов народного образования, ее цель – обеспечить поддержку идеи бережного отношения к окружающей среде. Итогом такой работы должно стать представление о заповеднике как об особом элементе взаимоотношения общества и природы и о необходимости его строгой охраны.

Республика Марий Эл – это один из самых зеленых и экологически чистых районов России. Благодаря экологическим условиям на территории Марий Эл сохранился богатый животный мир. Марий Эл знаменита своей природой. Она настолько прекрасна, что сюда приезжают отдыхать и созерцать красоту природы, осознавая её совершенство.

Марий Эл расположена в подтаёжной зоне. Почвы преимущественно дерново-подзолистые, болотные и серые лесные. Смешанные леса занимают более 50% территории (в основном на западе и в центральных районах). По речным долинам – дубово-липовые леса. Флора республики насчитывает более 1400 видов растений. В Красной книге республики приведены данные о 107 видах редких и исчезающих растений. В

животном мире сохранились волк, бурый медведь, лисица, лось, рысь, бобр, крот и другие; боровая и водоплавающая птица.

На левом притоке реки Волги, согласно постановлению Совета Министров от 14 марта 1993 года «в целях сохранения и изучения уникальных природных комплексов бассейна реки Большая Кокшага», был образован государственный природный заповедник площадью 21,4 тыс. га. Он расположен на территории Килемарского и Медведевского административных районов Республики Марий Эл в 40 км к западу от её столицы – города Йошкар-Олы.

В растительном покрове – хвойно-широколиственные леса. На возвышенных участках распространены дубняки с клёном, липой, елью, в долинах – смешанные леса. Незначительные площади заняты низинными травяными болотами. Около 40 видов растений относятся к редким для флоры марийской республики.

Из животных наиболее распространены лось, белка, бурундук, заяц-русак, ласка, горностай, лесная куница, также есть бобр и выдра. Из тетеревиных птиц встречаются тетерев, глухарь, рябчик, из дневных – канюк, ястреб-тетеревятник, черный коршун, изредка залетает беркут. На озерах гнездятся кряква и чирок-свистунок. [1]

В заповеднике «Большая Кокшага» уже действует авто-водно-вело-пеший познавательный маршрут «Мир дикой природы», который внесен в реестр туристических маршрутов РМЭ от 2019 года.

«По лесной дороге продолжительностью в 2 дня вы попадете в завораживающий заповедный мир. Здесь можно увидеть экспозицию «Пчеловодство» – колодную и современную пасеки, шалаш пчеловода, растения-медоносы, предметы старины и инвентарь пасечника. На чайной церемонии насладитесь вкусом душистого меда с разных пасек. На таежной тропе увидите самодельные ловушки, которыми когда-то пользовались для охоты на диких зверей и птиц. По тихой извилистой реке Большая Кокшага сплавитесь на каное 6 км вниз по течению. Пройдя по тропе, можно будет наблюдать следы жизнедеятельности речных «архитекторов» – бобров. Отдохнете от суеты некоторое время, побудете в тишине на наблюдательной вышке. Можно будет увидеть и сфотографировать диких животных заповедного леса – медведя, лося, кабанов. Традиционная религия народа мари – язычество. В республике много священных рощ – кюсото. По лесной дороге вы прокатитесь на велосипеде к озеру и отдохнете от рутины и суеты повседневной жизни.» (Пройти маршрут можно, только если сформируется группа из 5-6 человек.) [2]

Экотуризм – это туризм, который включает в себя поездку с целью наблюдения, изучения и наслаждения ландшафтом, дикой флорой и фа-

уной в относительно нетронутой природной зоне, а также прошлой и настоящей культурой, которая существует в этом районе. Экотуризм помогает человеку окунуться с головой в мир природы, которая нас окружает.

Литература

1. Федеральный портал protown.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.protown.ru/russia/obl/obl1/info_192.html.
2. Государственный природный заповедник «Большая Кокшага» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://b-kokshaga.ru>.

УДК 630.432

Хорховнев И. В.

Научный руководитель: Конюхова Т. А., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ

Аннотация. Лесные пожары являются основным фактором, оказывающим негативное воздействие на экологический и ресурсный потенциал лесов. Проблема борьбы с лесными пожарами в условиях реформирования лесного законодательства становится все более злободневной. В статье показано, что, несмотря на принимаемые меры, большинство негативных тенденций, отрицательно влияющих на состояние охраны лесов от пожаров, сохраняется. В законодательство в области охраны лесов от пожаров внесены кардинальные изменения, направленные на обеспечение эффективной координации действий различных ведомств и структур в целях профилактики и борьбы с лесными пожарами, а также повышения ответственности всех участников лесных отношений, включая граждан. На основе анализа автором сформулированы предложения по совершенствованию правовых механизмов охраны лесов от пожаров.

Ключевые слова: охрана лесов от пожаров, лесопожарные службы, горимость.

Пути совершенствования

Необходимым условием обеспечения уровня противопожарной защиты лесов, отвечающего современным социально-экономическим требованиям, является формирование гибкой системы охраны леса, спо-

собной постоянно отслеживать непрерывно изменяющуюся лесопожарную обстановку в каждом регионе страны и регулировать свою структуру, параметры и режимы работ в соответствии с этой обстановкой. Такая система может быть сформирована только на базе существующих авиационной и наземной лесопожарных служб, сохранение которых в условиях жесткого дефицита бюджетных средств, безусловно, является одной из важнейших задач обеспечения экологической безопасности нашей страны.

Адаптивность системы охраны к непрерывно изменяющейся пожарной обстановке в каждом регионе страны должна обеспечиваться путем регулирования режимов работы лесопожарных служб и количества вводимых в действие ресурсов для борьбы с огнем. Она может быть достигнута только при наличии четкого районирования территории лесного фонда по уровню противопожарной защиты лесов, а также межрегиональных лесопожарных формирований, предназначенных для оказания помощи региональным службам борьбы с огнем в условиях высокой и чрезвычайной горимости лесов.

Уровень противопожарной охраны лесов должен быть дифференцирован по регионам страны и лесорастительным зонам с учетом ценности насаждений и их природной пожарной опасности, степени хозяйственного освоения территории и выполняемых лесами экологических функций. Он должен быть тесно связан с размерами ассигнований, выделяемых на охрану лесов, ресурсами и режимами работы лесопожарных служб.

Ресурсы лесопожарных служб каждого региона должны обеспечивать успешную борьбу с огнем в условиях низкой и средней горимости лесов. При высокой и чрезвычайной горимости они должны наращиваться за счет мобилизации ресурсов местных организаций и предприятий, маневрирования межрегиональными лесопожарными формированиями.

Межрегиональные лесопожарные формирования, оснащенные современными средствами пожаротушения и связи, способные оперативно маневрировать по территории лесного фонда, целесообразно формировать в составе авиационной охраны лесов с централизованной системой оперативного управления работой лесопожарных служб.

Взаимодействие наземных и авиационных служб, межрегиональных лесопожарных формирований и прочих ресурсов, привлекаемых для борьбы с огнем в условиях высокой и чрезвычайной опасности должно координироваться региональными диспетчерскими пунктами.

Проявившаяся в последние годы тенденция роста числа лесных пожаров свидетельствует о необходимости усиления профилактических мероприятий, не требующих, как правило, больших финансовых затрат, но снижающих риск возникновения и распространения лесных пожаров. Особого внимания заслуживают при этом усиление противопожарной пропаганды с использованием электронных средств массовой информации и контроля за соблюдением правил пожарной безопасности, а также расширение масштабов контролируемых выжиганий растительности с целью уменьшения запасов лесных горючих материалов.

Наиболее острой проблемой остается хронический дефицит финансовых и материально-технических ресурсов, выделяемых на охрану лесов. Недостаток этих ресурсов усугубляется задержками платежей, крайне затрудняющими своевременную подготовку сил и средств борьбы с огнем к началу пожароопасного сезона. Важным условием стабилизации работы лесопожарных служб является поэтому отнесение расходов на охрану лесов к категории защищенных статей федерального бюджета. Безотлагательного решения требует вопрос о частичном финансировании охраны лесов из бюджетов субъектов Российской Федерации.

Заключение

Перечисленные мероприятия необходимы для предотвращения дальнейшей деградации национальной системы охраны леса в условиях кризисного состояния экономики и поддержания существующего уровня противопожарной защиты лесов России. Достижение отвечающего современным экологическим и социально-экономическим требованиям уровня противопожарной защиты лесов неизбежно связано с увеличением затрат и реализацией новой стратегии управления огнем в лесу. Современные экологические требования должны рассматриваться как важнейший элемент стратегии национальной безопасности России на этапе перехода страны к устойчивому социально-экономическому развитию.

Литература

1. Коровин, Г. Н. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России / Г. Н. Коровин, А. С. Исаев // Лесной бюллетень. – 1998. – №8-9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.forest.ru/rus/bulletin/08-09/8.html>.
2. Зинов, Г. И. Наземная охрана лесов от пожаров / Г. И. Зинов. – М.: Лесн. пром-сть. 1984. – 116 с.

Яковлева М. В.

Научный руководитель: Попова Н. Н., канд. с.-х. наук, доцент
Поволжский государственный технологический университет

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ДОХОДОВ БЮДЖЕТА В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. В статье рассматриваются сущность понятия и этапы становления администрирования доходов бюджета, администрирование доходов бюджета в Костромской области.

Ключевые слова: администрирование доходов, администратор доходов.

Администрирование бюджетных доходов – это контроль за правильностью исчисления, полнотой и своевременностью уплаты доходов в бюджеты бюджетной системы; начисление, учет, взыскание и принятие решений о возврате (зачёте) излишне уплаченных (взысканных) платежей, пеней и штрафов по ним.

Институт администрирования доходов является процессом, регулирующим и контролирующим объемы поступлений в бюджеты. В бюджетном законодательстве РФ – это самый молодой институт. Он появился лишь во второй половине первого десятилетия XXI века и до настоящего времени находится в стадии формирования, так как еще не приобрел окончательных контуров. В конечном счете, администрирование доходов можно рассматривать как один из методов управления рисками потери доходов бюджетной системы. [1, 2].

Можно выделить три основных этапа становления и развития института администрирования доходов бюджета в РФ (таблица).

Этапы становления и развития института администрирования доходов бюджета в Российской Федерации

Период	Законодательная база	Содержание этапа
2004 г.	Концепция реформирования бюджетного процесса в РФ в 2004-2006 гг. (одобрена Постановлением Правительства РФ «О мерах по повышению результативности бюджетных расходов» от 22 мая 2004 г. №2492)	Цель «Концепции» – переориентация бюджетного процесса с «управления бюджетными затратами» на «управление результатами». Соответственно потребовалась реструктуризация бюджетной классификации РФ и интегрируемого

	Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О бюджетной классификации Российской Федерации» и Бюджетный кодекс Российской Федерации» №174-ФЗ	с ней бюджетного учета. Была реализована задача применения института администрирования ко всем операциям, проводимым органами государственной власти в рамках исполнения бюджетов РФ
2005 – 2006 гг.	Федеральный закон «О федеральном бюджете на 2005 год»	Впервые в бюджетное законодательство было введено и закреплено в Бюджетном кодексе РФ понятие «администратор доходов бюджета». Каждый доходный источник бюджетов был четко закреплен за определенным ведомством, и процесс поступления платежей в бюджеты стал прозрачным от момента заполнения платежного документа до момента поступления в бюджет.
2007 г. по настоящее время	Федеральный закон «О внесении изменений в Бюджетный кодекс Российской Федерации в части регулирования бюджетного процесса и приведении в соответствие с бюджетным законодательством Российской Федерации отдельных законодательных актов РФ от 26 апреля 2007 г. №63-ФЗ	Введены новые понятия – «главный администратор доходов бюджета» и «администратор доходов бюджета», определены и разграничены их функции

Таким образом, был узаконен новый институт бюджетного права – институт администрирования доходов бюджета, ответственный за своевременное и полное обеспечение финансовыми ресурсами государства.

В части исполнения государственных интересов в области использования лесного фонда РФ в Костромской области администратором поступлений в федеральный бюджет и главным администратором поступлений в бюджет субъекта является Департамент лесного хозяйства Костромской области. Функции по администрированию доходов бюджетов бюджетной системы РФ закреплены за Департаментом лесного хозяйства Костромской области приказами Рослесхоза:

✓ от 10.04.2015 г. № 108 «Об администрировании органами государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляю-

щими переданные полномочия Российской Федерации в области лесных отношений, доходов федерального бюджета»;

✓ от 06.04.2015 г. № 97 «Об администрировании органами государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими переданные полномочия Российской Федерации в области лесных отношений, доходов бюджетов субъектов Российской Федерации».

Департамент лесного хозяйства Костромской области утвердил порядок администрирования платежей за пользование лесным фондом приказом от 25.11.2014 г. №418 «Об утверждении порядка исполнения департаментом лесного хозяйства Костромской области и подведомственными учреждениями (лесничествами) функций по администрированию доходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, закрепленных за органами государственной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими переданные им полномочия в области лесных отношений».

Департамент лесного хозяйства Костромской области администрирует следующие наименования доходов бюджета: 1) плата за использование лесов; 2) доходы от оказания информационно-консультационных услуг; 3) денежные взыскания (штрафы) за нарушение лесного законодательства, законодательства о пожарной безопасности; 4) прочие поступления от денежных взысканий (штрафов) и иных сумм в возмещение ущерба; 5) прочие неналоговые доходы.

Вывод. Результатом исполнения департаментом государственной функции по администрированию платежей является обеспечение своевременного и полного поступления доходов от платы за использование лесов в бюджеты бюджетной системе Российской Федерации.

Неисполнение надлежащим образом порядка администрирования платежей, нерациональное планирование может привести к существенному ухудшению исполнения государственных функций.

Литература

1. Гребенникова, В. А. Совершенствование взаимоотношений между Российской Федерацией и субъектами РФ (муниципальными образованиями) в целях снижения рисков для доходов территориальных бюджетов / В. А. Гребенникова, Е. А. Степанова // Финансы и кредит. – 2010. – №46 (430). – С. 30-34.
2. Управление бюджетными рисками: миф или реальность? // Терра Экономика. – 2010. – Т 8. №3-2. – С. 118-125.
3. https://studbooks.net/2418045/finansy/vektory_i_metody_razvitiya_instituta_administrirova.

Секция «ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ»

УДК 674.05

Анисимов Н. С., Анисимов И. С., Задворных А. А.
Научные руководители: Сидоров А. Л., преподаватель Йошкар-
Олинского аграрного колледжа, ФГБОУ ВО «ПГТУ», Анисимов С. Е.,
канд. техн. наук, доцент; Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор
Поволжский государственный технологический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО СТАНКА ДЛЯ ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКИ В УСЛОВИЯХ МАЛОГО ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Аннотация. Для предложенной конструкции ленточнопильного станка построена блок-схема времени цикла серийного ленточнопильного станка, приведена циклограмма работы станка и рассчитана его производительность. Приведено сравнение производительностей серийно выпускаемого станка с предложенной конструкцией станка.

Ключевые слова: продольная распиловка, ленточнопильный станок, лесопиление, сортимент, производительность, лесоматериал, пиломатериал.

Цель работы: определение роста производительности предложенной конструкции станка по сравнению с серийно выпускаемым станком. Предложена конструкция ленточнопильного станка [2].

Ленточнопильные станки находят все большее применение по сравнению с другими видами оборудования для продольной распиловки лесоматериалов. [1, 3, 4] Проведем сравнение значений производительностей ленточнопильных станков (серийно выпускаемого и предлагаемого). В качестве серийно выпускаемого станка рассматривался ленточнопильный станок СЛП-800 «Ураган», выпускаемый Марийягромаш заводом Республики Марий Эл, техническая характеристика которого представлена в таблице.

Техническая характеристика ленточнопильного станка

№	Параметры станка	Значение
1	Марка	СЛП-800 «Ураган»
2	Ширина полотна пилы, мм	45
3	Толщина полотна пилы, мм	0,9...1
4	Диаметр шкивов, мм	800
5	Подача пильной каретки	ручная

Производительность (часовая) ленточнопильных станков определяется по формуле [5]:

$$P_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot \varphi_1 \cdot V_{\text{сортм}}}{T_{\text{обр}}}, \tag{1}$$

где φ_1 – коэффициент использования рабочего времени (0,85...0,9);
 $V_{\text{сортм}}$ – средний объем сортимента, м³;
 $T_{\text{обр}}$ – время цикла обработки сортимента, с.

Блок-схема для определения времени обработки одного сортимента и циклограмма времени цикла серийного ленточнопильного станка представлены на рис. 1.

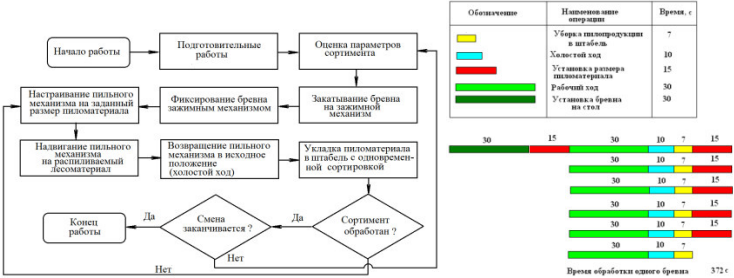


Рис. 1. Блок-схема времени цикла серийного ленточнопильного станка

Причем данный станок обрабатывает только один сортимент с наличием холостого хода, а после его обработки – последующие сортименты. Для предлагаемой конструкции ленточнопильного станка блок-схема расчета времени цикла и циклограмма времени цикла работы (время рабочего хода берется такое же, как и серийного станка) имеет вид (рис. 2).

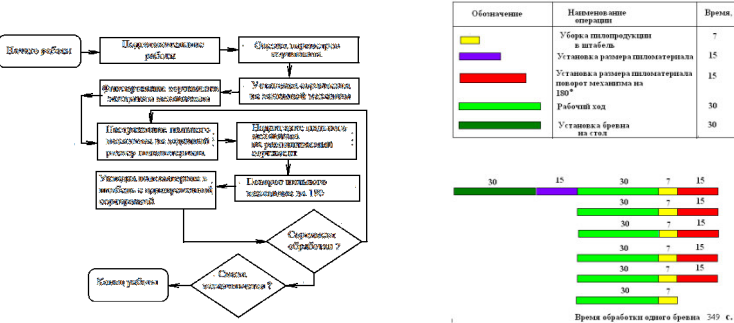


Рис. 2. Блок-схема времени цикла предлагаемой конструкции ленточнопильного станка

Определим условия для сравнения производительностей двух конструкций станков:

1. объем сортимента (его диаметр и длина) и коэффициент использования рабочего времени являются величинами постоянными ($\varphi_1=0,85$, $V_{сорт}=0,25\text{ м}^3$);

2. скорости подачи пильных блоков – одинаковы.

Исходя из этого получаем, что для серийного ленточнопильного станка при распиловке одного сортимента $P_q = 2,1 \text{ м}^3$, а для предлагаемой конструкции ленточнопильного станка при распиловке одного сортимента $P_q = 2,2 \text{ м}^3$.

Выводы и заключение. На основе проведенных литературных и патентных поисков разработана конструкция ленточнопильного станка, позволяющая увеличить его производительность за счет исключения холостого хода. Сравнительный анализ показывает, что часовая производительность предлагаемой конструкции ленточнопильного станка по сравнению с существующими серийными ленточнопильными станками увеличивается в среднем на 5%.

Литература

1. Айзенберг, А. И. Пути повышения рентабельности лесопильных предприятий Текст. / А. И. Айзенберг // Деревообрабатывающая пром-сть. – 2005. – №4. – С. 8-10.
2. Анисимов, Н. С., Анисимов И. С. Конструкция ленточнопильного станка для продольной распиловки в условиях малого лесопиления / Н. С. Анисимов, И. С. Анисимов // Научному прогрессу – творчество молодых: матер. XIII международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – Ч. 3. – С. 125-128.
3. Прокофьев, Г. Ф. Основные направления интенсификации переработки древесины на лесопильном оборудовании / Г. Ф. Прокофьев, Н. И. Дундин // Лесн. журн. – 2004. – № 3. – С. 65-72. (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Шилько, В. К. Перспективы развития ленточнопильных станков / В. К. Шилько // Деревообрабатывающая промышленность. 2004. – № 5. – С. 6-11.
5. Litvinov A. Research of deterioration and productivity of a band saw / A. Litvinov, V. Kornienko // European journal of natural history. – 2010. – №1. – P. 57.

Анисимов С. Е., Царев Е. М., Тюлькин Д. В., Мурзаева В. Ю.
Поволжский государственный технологический университет

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРБОЛИТА

Аннотация. Целью данного исследования является разработка установки смесителя для производства арболита высокого качества. Задачи, решаемые в ходе исследования: разработка конструкции смесителя для производства арболита, технологические расчеты. Гипотеза исследования заключается в том, что U-образное размещение корпусов установки смесителя для производства арболита и возможность противовращения шнеков от электродвигателя позволят добиться повышения качества перемешивания смеси и, как следствие, качества готового изделия из арболита. Произведен технологический расчет, обосновывающий значения диаметра шнеков и мощности установки. В результате исследования получены значения диаметра шнеков и мощности.

Ключевые слова: арболит, смеситель для производства арболита.

Введение. Арболит, также известный как древоблок, относится к классу «легких бетонов». В состав арболита входят минеральные вяжущие вещества и различные заполнители, чаще всего отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств [1].

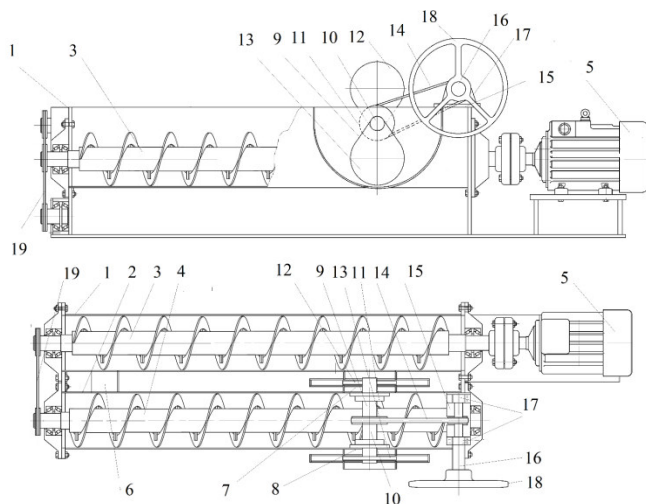
По звуко- и теплоизоляции арболит превосходит такие строительные материалы, как кирпич и керамзитобетон. Немаловажен тот факт, что постройка из арболита будет легче, чем постройка из кирпича примерно в 7-8 раз, из керамзитобетона в 2-3 раза, при этом не утрачивая прочностных характеристик [4].

Главным недостатком арболита является низкое качество готового изделия. Дело в том, что процесс производства арболита включает в себя несколько технологических процессов: сушка щепы, перемешивание древесной щепы, цемента и воды, формовка и последующая сушка смеси. Самым технически сложным процессом является перемешивание древесной щепы цемента и воды. Именно от качества перемешивания зависят практически все свойства дальнейшего изделия, и особенно прочность [3].

В связи с этим можно сделать вывод, что вопрос разработки или модернизации существующих смесителей для производства арболита является актуальным.

Разработка конструкции смесителя для производства арболита.

На рисунке представлена принципиальная схема разрабатываемой установки смесителя для производства арболита.



Принципиальная схема установки смесителя для производства арболита:
 1, 2 – корпуса; 3, 4 – шнеки; 5 – электродвигатель; 6, 7, 8 – переходные камеры цилиндрической формы; 9 – отсекатель; 10 – вал; 11 – подшипниковый узел; 12, 13 – диски цилиндрической формы; 14 – цепная передача; 15 – поворотное устройство; 16 – вал; 17 – подшипниковый узел; 18 – штурвал

Научная новизна данной принципиальной схемы смесителя для производства арболита заключается в U-образном расположении двух горизонтальных корпусов, в которых размещены шнеки с возможностью противовращения. Такое исполнение установки смесителя позволяет повысить качество перемешивания сырьевой смеси арболита.

Так как диаметр шнеков еще не известен, необходимо задаться его значением из ряда ГОСТ, после чего проверить значение диаметра по формуле производительности. Если будет значительное расхождение с диаметром, полученным расчетным путем, необходимо назначить новое значение диаметра, расчет повторить [2].

Результаты всех расчетов приведены в сводной таблице.

Сводная таблица с результатами расчетов

Максимально допустимая частота вращения $n_{\max}$, об/мин	55
Производительность установки Q , т/ч	5,96
Количество циклов за один час	11
Объем смеси одного цикла $V_{\text{ц}}$, м ³	0,821
Расчётный диаметр шнека D_p , мм	322
Мощность установки N , кВт	6,62

Выводы

В работе дается описание принципиальной схемы разрабатываемой установки смесителя для производства арболита, позволяющей повысить качество перемешивания смеси и, как следствие, качество конечного изделия. Проведен технологический расчет, обосновывающий значения диаметра шнеков и мощности установки. Дальнейшим направлением работы является создание модели установки и проведение эксперимента.

Литература

1. ГОСТ 19222-84. Арболит и изделия из него. Общие технические условия.
2. ГОСТ 2037-82. Конвейеры винтовые стационарные общего назначения. Общие технические условия.
3. Справочник по производству и применению арболита / П. И. Крутов, И. Х. Наназашвили, Н. И. Склизов и др.; под ред. И. Х. Наназашвили. – М.: Стройиздат, 1987. – 208 с.
4. Тюлькин, Д. В. Разработка нового типа установки для производства арболита / Д. В. Тюлькин // Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 8(74). – С. 5-8.

УДК 539.376

Капитонова Ю. А.

Научные руководители: Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;

Царев Е. М., д-р. техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКОРЕННЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСЕКИ

Аннотация. *Рассматривается конструкция валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины с расширенными технологическими возможностями рабочих органов за счет окорки лесоматериалов на лесосеке.*

Ключевые слова: *харвестер, окорка лесоматериалов, кора, удобрение.*

Технологические процессы заготовки и вывозки древесины в виде сортиментов в настоящее время получают все большее распространение. Окорка сортиментов является широко распространенным вариантом дальнейшей переработки сортиментов на лесопромышленных складах лесных предприятий. Почти все крупные деревообрабатывающие производственные объекты предусматривают окорку сырья, сопровож-

дающуюся получением значительных запасов коры. Утилизация значительных объемов отходов лесозаготовительного производства в виде запасов коры является серьезной задачей для производителей. Одной из причин нарушения биологического равновесия между отдельными звеньями биоценозов и загрязнения территории в местах расположения лесозаготовительных и деревоперерабатывающих предприятий, а также нарушения санитарного состояния объектов окружающей среды является длительное хранение необработанной коры в отвалах.

Цель работы: разработка конструкции валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины с целью получения окоренных сортиментов с рациональным использованием отходов производства.

Решаемые задачи: обеспечение сохранности окоренных лесоматериалов при хранении на нижних складах, использование коры в качестве органических удобрений на лесосеке.

Описание проекта. Одним из новых вариантов выработки окоренных сортиментов с последующей переработкой лесосечных отходов является использование модернизированного рабочего органа валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины, представленного на рисунке.

Конструкция, как и в традиционном варианте харвестерной головки, предусматривает монтаж на корпусе 1 устройства пильного механизма, сучкорезных ножей 2 на осях 3, и поворотных вальцов 4, играющих роль протаскивающего механизма. Однако модернизированный вариант устройства предусматривает установку окорочного механизма в нижней части корпуса. Он выполнен в виде статора 5 с ротором 6 и короснимателями 7, связанными через коромысло 8 с прижимными пружинами 9. Соединение ротора с гидромотором 11 осуществляется путем применения ременной передачи 10. Статор имеет возможность поворота параллельно плоскости движения пильного механизма и установлен на валу 12 в нижней части корпуса.

При работе данного устройства оператор наводит модернизированную харвестерную головку с находящимся в исходном положении статором на растущее дерево. Далее осуществляется захват, спиливание и перевод дерева в горизонтальное положение с целью его последующей обработки. Окорочное устройство для выработки окоренных сортиментов переходит в рабочее положение, и протаскивающие вальцы протаскивают дерево через сучкорезные ножи и окорочное устройство. Коросниматели, вращающиеся посредством роторного окорочного механизма вокруг продольной оси поваленного дерева в процессе его продольного движения через ножи харвестерной головки, осуществляют окорку ствола. Раскряжевка осуществляется каждый раз при достижении требуемой длины сортимента.

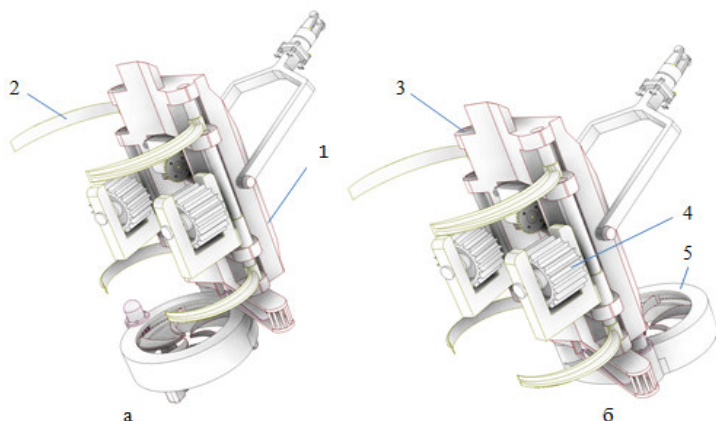


Рис. 1. Головка валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины с рабочим органом: а) вид сбоку при исходном положении статора; б) вид сбоку при рабочем положении статора

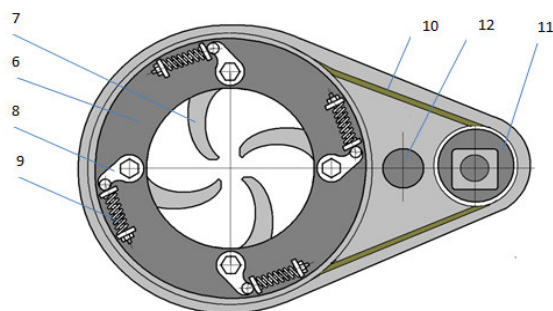


Рис. 2. Рабочий орган ВСРМ (окорочное оборудование (вид сверху)):
1 – корпус, 2 – сучкорезные ножи, 3 – оси, 4- поворотные вальцы, 5 – статор, 6 – ротор, 7 – коросниматели, 8 – коромысло, 9 – прижимные пружины, 10 – ременная передача, 11 – гидромотор, 12 – вал

Выводы. Использование предложенного способа выработки окоренных сортиментов и рабочего органа валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины для его осуществления позволяет концентрировать большую часть отходов лесосечных работ на лесосеке.

На складах сырья лесопромышленных предприятий не образуются запасы коры, и производителям не приходится решать вопросы по утилизации отходов окорки. При сжигании коры в пожаробезопасный

период полученная в результате сжигания зола вносится в почву в качестве удобрения для восстановления стабильности экосистемы леса и сохранности полезных и питательных свойств лесных земель.

Литература

1. Будник, П. В. Функционально-технологический анализ харвестерной головки / П. В. Будник // Наука и бизнес: пути развития. – 2012. – № 9 (15). – С. 36-38.
2. Демчук, А. В. Модернизация технологического оборудования харвестера для повышения эффективности вывозки сортиментов / А. В. Демчук // Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т. 20. № 2. – С. 542-546.
3. Девятловская, А. Н. Утилизация древесной коры деревоперерабатывающих предприятий / А. Н. Девятловская, Л. Н. Журавлёва, Н. В. Девятловский [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pihtahvoya.ru/chvoynie-derevyu-i-kustarniki-dalnego-vostoka/udobrenie-iz-kori-derevev>.
4. Пат. 2676139 Российская Федерация, Способ выработки окоренных сортиментов и рабочий орган для его осуществления/ Царев Е. М, Анисимов С. Е. Рукомойников К. П., Коновалова Ю. А. и др. МПК А01G23/095, В27L 1/00. Заявитель и патентообладатель Поволжский государственный технологический университет. -№ 2017145977; заявл. 26.12.2017; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 36. – 6 с.: ил.

УДК 539.376

Кашапов Р. М.

Научные руководители: Грязин В. А., канд. техн. наук, доцент;

Ширнин Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СМАЗЫВАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОПРИВОДА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

***Аннотация.** Устройство предоставит возможность постоянного мониторинга рабочей жидкости гидропривода лесозаготовительных машин, что позволит избежать выхода из строя узлов ТС.*

***Ключевые слова:** трансформатор, напряжение пробоя, электрод, датчик температуры.*

Как известно, смазочные материалы – это вещества, обладающие смазочным действием. Область применения достаточно широка: от смазки трущихся деталей машин и приборов до металлообрабатывающих устройств.

Применительно к транспортно-технологическим машинам, в качестве смазочных материалов используют жидкие масла преимущественно нефтяного происхождения, синтетические масла, пластичные смазки, твёрдые.

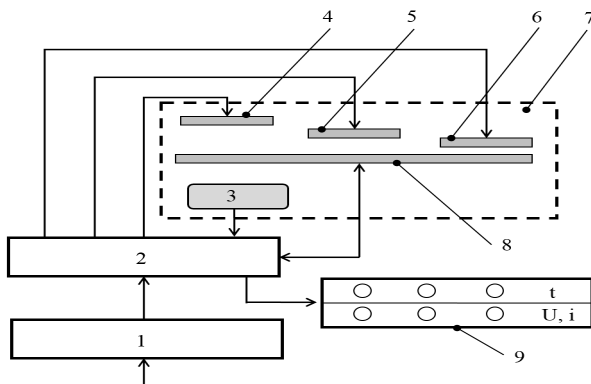
Среди известных примеров диагностической оценки состояния смазочных материалов на автомобильном транспорте можно привести датчик состояния масла ДВС [1]. Устройство помогает защищать двигатель посредством ранней диагностики сбоев.

Рассмотрим особенности применения датчика уровня и состояния масла компании BMW [2]. С помощью датчика уровня и состояния масла реализована эксплуатация автомобиля по фактическому состоянию.

Однако среди всего многообразия датчиков состояния смазочных материалов отсутствуют универсальные датчики, приспособленные для работы с жидкими смазочными материалами.

Цель выполнения НИР – разработка конструкции универсального датчика диагностики состояния смазывающей жидкости, позволяющего обеспечить реализацию ранних мер обнаружения и предотвращения выхода из строя узлов и агрегатов транспортно-технологических машин и оборудования лесного комплекса.

Назначение научно-технического продукта – универсальный датчик диагностики состояния смазывающей жидкости, обеспечивающий непрерывный мониторинг состояния масла по универсальному (обобщающему) параметру диэлектрической проницаемости.



Принципиальная конструкция датчика:

- 1 – повышающий трансформатор; 2 – система управления; 3 – датчик температуры; 4, 5, 6 – положительные электроды; 7 – испытательная ячейка; 8 – отрицательный электрод; 9 – индикатор

Предлагаемая конструкция датчика относится к датчикам погружного типа (рисунок). Он содержит повышающий трансформатор 1, вход которого подсоединен к системе электроснабжения (на рисунке не показан), а выход – к системе управления 2. Система управления 2 получает информацию от датчика температуры 3 и подает напряжение пробоя от повышающего трансформатора 1 на тот или иной положительный электрод 4, 5 или 6 испытательной ячейки 7. С отрицательного электрода 8 напряжение пробоя снимается схемой управления 2 и вместе с информацией от датчика температуры 3 передается на индикатор 9.

Научная новизна предлагаемых в проекте решений. Особенность конструкции датчика позволяет использовать его в существующих узлах и агрегатах трансмиссии, гидропривода оборудования транспортных средств без дополнительной модернизации последних.

Обоснование необходимости проведения НИР: повышение надежности технических систем проведением мониторинга состояния смазочных жидкостей и информирования оператора (водителя).

Конструктивные требования (включая технологические требования, требования по надежности, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту, хранению, упаковке, маркировке и транспортировке). Устройство предлагаемого датчика должно обеспечивать его функционирование во всем диапазоне рабочих температур и для существующих видов смазочных жидкостей, включая индустриальные, трансмиссионные масла и рабочие жидкости гидропривода.

Требования по патентной защите (наличие патентов), существенные отличительные признаки создаваемого продукта (технологии) от имеющихся, обеспечивающие ожидаемый эффект.

Получен патент на полезную модель № 164115 и оформлена заявка на патент на изобретение. Отличительной особенностью изобретения является конструкция датчика с несколькими блоками конденсаторов, каждый из которых имеет отличный от другого зазор.

В план работы включены такие важные пункты, как:

- исследование параметров трансмиссионных, индустриальных масел и рабочей жидкости гидропривода как объекта диагностирования;
- исследование особенностей работы узлов и агрегатов трансмиссии и гидропривода современных ТС;
- определение допустимых концентраций загрязняющих веществ в трансмиссионных и индустриальных маслах, а также рабочей жидкости гидропривода лесозаготовительных машин для определения точности работы датчика;
- разработка устройства датчика, места его установки с учетом особенностей конструкции узлов, агрегатов трансмиссии и гидропривода ТС;

- разработка компонентной базы для преобразования сигнала датчика в информацию для оператора (водителя) ТС;
- формирование эксплуатационной документации на универсальный датчик диагностики состояния смазывающей жидкости.

Литература

1. Датчики состояния масла [Электронный ресурс]: TrafficPoint: Транспорт: современность и история – Режим доступа: <http://www.trafficpoint.ru/trps-649-1.html> (дата обращения 01.04.2019).
2. Схема датчика уровня и состояния масла [Электронный ресурс]: Системы современного автомобиля – Режим доступа: <http://systemsauto.ru/lubrication/shema-oil-level-sensor.html>. (дата обращения 01.04.2019).
3. Напряжения [Электронный ресурс] Официальный сайт «Dropbox». – Режим доступа <http://supire.tk/%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/>– 01.04.2019.

УДК 630*36

Микрюков В. В.

Научные руководители: Анисимов С. Е., канд. техн. наук, доцент;

Царев Е. М., д-р техн. наук, профессор

Поволжский государственный технологический университет

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

***Аннотация.** Представлен прибор для сортировки лесоматериалов.*

***Ключевые слова:** сортировка, лесоматериалы.*

Одной из самых трудозатратных технологических операций, производимых на нижних лесопромышленных компаниях, считается сортировка круглых лесоматериалов. По объемам, породам, качеству и предназначению выполняется сортировка для рассредотачивания круглых лесоматериалов [6]. Данная операция выполняется с поддержкой сортировочных ансамблей, которые в собственном составе включают прибор управления и технологический объект. Этим объектом нередко считаются обширно известные продольные сортировочные транспортеры, которые снабжаются гравитационными приборами или же бревносбрасывателями с неотклонимым сбросом сортиментов в лесонакопители [2].

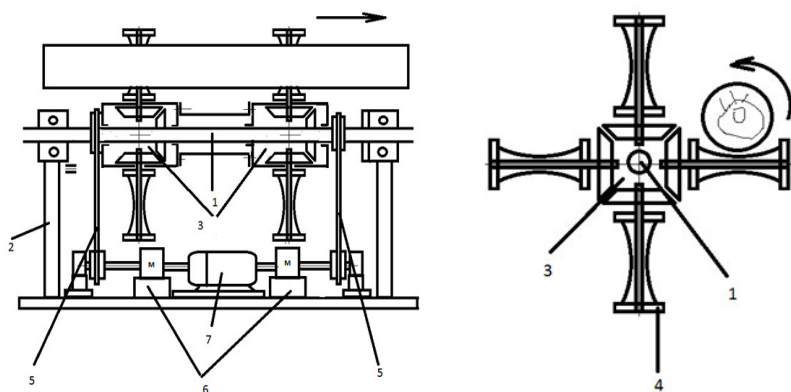
Современное лесопильное производство сейчас не просто представить без сортировки круглых лесоматериалов. Это и приемка круглого леса у поставщиков, и подготовка сырья для распиловки. От точности сортировки круглых лесоматериалов (особенно по диаметрам) зависит эффективность всего лесопильного производства в целом, если принять во внимание растущий удельный подъем цены на сырье в общей цене пиломатериалов. Вследствие этого, запросы к сортировочным системам ужесточаются с каждым годом, и эти запросы не случайны, так как сокращение непоставности сортировки пиловочника на 1% ведет к наращиванию нужного выхода пиломатериала на 0,15...0,2% [1].

Цель работы: анализ существующих конструкций сортировочных транспортеров и их сбрасывателей.

Решаемые задачи: упрощение конструкции, уменьшение материалоемкости конструкции и увеличение числа степеней сортировки лесоматериалов.

Описание проекта. Были проведены литературные и патентные поиски [3, 4, 5]. На их базе были обнаружены недостатки существующих конструкций устройств для сортировки лесоматериалов, а именно сложность приготовления системы и высочайшая материалоемкость.

Предложен прибор для сортировки лесоматериалов (рисунок).



Устройство для сортировки лесоматериала (главный вид):

- 1 – центральный вал; 2 – подшипниковые опоры; 3 – конический редуктор;
4 – барабаны; 5 – цепная передача; 6 – электромuftа; 7 – электродвигатель

Устройство содержит продольный конвейер для сортировки лесоматериалов, на котором установлен центральный вал 1, смонтированный на подшипниковых опорах 2, на котором установлены два конических редуктора 3, жестко связанных между собой, с возможностью измене-

ния положения относительно центрального вала; на свободных концах редукторов 3 жестко закреплены барабаны 4 седловидной формы, при этом центральный вал 1 посредством цепной передачи 5, а также корпус редукторов 3 раздельно с помощью электромуфт 6 соединены с электродвигателем 7.

Устройство работает следующим образом: лесоматериал подается на барабаны седловидной формы конических редукторов. Если необходимо продвинуть лесоматериал в продольном направлении, включают электромагнит, который соединяет электродвигатель с центральным валом, происходит его вращение, что способствует вращению седлообразных барабанов и перемещению лесоматериала в нужном направлении, при этом корпуса редукторов зафиксированы. Для сброски лесоматериалов центральный вал остается неподвижным, а за счет электромагнита и цепной передачи происходит поворот редукторов, что приводит к сброске лесоматериала в нужном направлении. Направление перемещения изменяется за счет переброски фаз электродвигателя.

Выводы. В результате использования данного устройства для сортировки круглых лесоматериалов упрощается его изготовление, снижается металлоемкость конструкции и возрастает количество степеней сортировки лесоматериалов.

Литература

1. <http://a-vektor.ru/docs/sort.pdf>.
2. <http://www.woodtechnology.ru/lesozagotovka/sposoby-sortirovki-kruglyx-lesomaterialov.html>.
3. Пат. №2042591 Российская Федерация, МПК B65G 17/00 Продольный транспортер для сортировки лесоматериалов [Текст] / Мазуркин П. М., Шамонов О. В.; заявитель и патентообладатель Марийский политехнический институт им. А. М. Горького (RU) – 4924324/11, заявл. 02.04.1991 опублик.: 27.08.2000: Бюл. № 24.
4. Пат. №2120907 Российская Федерация, МПК B65G 47/38 Сбрасыватель для двусторонней сортировки материалов [Текст] / Вегерин А. А., Вегерин А. А.; заявитель и патентообладатель Вегерин Аврорий Александрович, Вегерин Александр Аврориевич (RU) – 97105976/12, заявл. 15.04.1997 опублик.: 27.10.1997.
5. Пат. №2199405 Российская Федерация, МПК B07C 5/ Устройство для сортировки длинномерных лесоматериалов [Текст] / Гуслицер И. И., Каверзин С. В., Брюховецкий Е. В.; заявитель и патентообладатель Красноярский государственный технический университет (RU) – 2002105576/12, заявл. 01.03.2002 опублик.: 27.02.2003: Бюл. № 6.
6. Пятакин, В. И. и др. Технология и оборудование лесных складов и лесоперерабатывающих цехов. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 384 с.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Андрюхова И. Н., *III*, 5
Анисимов Н. С., *III*, 224
Анисимов И. С., *III*, 224
Анисимов С. Е., *III*, 227

Бажин А. Н., *III*, 183
Балашова К. В., *III*, 138
Бастракова А. Ю., *III*, 22
Бахтин А. Л., *III*, 141
Беликов М. Ю., *III*, 16
Березин Е. А., *III*, 25
Богданова А. А., *III*, 74
Бузмаков В. С., *III*, 121

Викторов А. А., *III*, 77
Винокуров А. И., *III*, 22, 47
Воробьева Е. Г., *III*, 27

Гаврилова Т. М., *III*, 186
Галкина А. С., *III*, 30
Гилимханов М. А., *III*, 143
Голохвастов П. Н., *III*, 189

Дамыймаа С. О., *III*, 58, 66
Данилова М. А., *III*, 80
Денисова О. Н., *III*, 32
Дерягина М. С., *III*, 32
Дианов Н. П., *III*, 8
Дмитриев В. С., *III*, 9
Дрозд В. М., *III*, 146

Егорова Н. В., *III*, 10
Елькин Д. А., *III*, 192
Ефимов К. В., *III*, 36

Загуменнов В. Н., *III*, 195
Задворных А. А., *III*, 224
Зиганшин И. И., *III*, 170

Иванов В. В., *III*, 50
Иванов В. В., *III*, 124, 126
Иванова Е. Г., *III*, 148
Игнатьева А. П., *III*, 12
Илларионова М. С., *III*, 39
Ильин С. В., *III*, 82
Исаева И. Б., *III*, 63
Исупова И. А., *III*, 151

Кайбулкин М. В., *III*, 41
Капитонова Ю. А., *III*, 229
Карсакова О. А., *III*, 13
Кашапов Р. М., *III*, 232
Ким О. А., *III*, 85
Кириллова Т. А., *III*, 43
Кожина Н. А., *III*, 153
Колесникова А. С., *III*, 88
Конракова Н. В., *III*, 129
Корнаков С. С., *III*, 15
Костенков В. С., *III*, 91, 94
Кошаева Е. П., *III*, 97
Кузнецова Н. Н., *III*, 155
Куклина Н. А., *III*, 170
Курзенева В. А., *III*, 32

Лаврентьев О. А., *III*, 45
Липин К. В., *III*, 16
Ложкина Ю. Н., *III*, 100
Лосев Е. А., *III*, 198
Лукашевич А. Д., *III*, 200, 202

Майорова А. В., *III*, 47
Малыгина Ю. В., *III*, 205
Мамышев В. Л., *III*, 50
Матвеев А. В., *III*, 103, 105
Микрюков В. В., *III*, 235
Миловидова А. Г., *III*, 16
Минин Н. Н., *III*, 209

Монгуш Ш. С., *III*, 66
Москвина А. Е., *III*, 108
Мурзаева В. Ю., *III*, 227

Назаров А. М., *III*, 132
Никифорова А. Л., *III*, 18
Носкова А. А., *III*, 158

Павлова К. В., *III*, 110

Рослякова Е. Г., *III*, 173
Рыбаков К. В., *III*, 175
Рычихин А. А., *III*, 212

Садовина Е. А., *III*, 53
Свечников М. С., *III*, 124, 126
Селиваева А. Д., *III*, 22
Семёнова А. В., *III*, 108
Сергеев В. Ю., *III*, 56
Середар Н. С., *III*, 58
Силкина О. В., *III*, 69
Смирнов А. С., *III*, 161
Смирнова А. А., *III*, 47
Смирнова О. Н., *III*, 112
Смышляева М. И., *III*, 175
Соколова К. И., *III*, 164
Соловьева М. Д., *III*, 108
Спиридонов И. С., *III*, 39
Староверов И. С., *III*, 215

Таланцев В. И., *III*, 56
Турушкин Р. В., *III*, 177
Тюлькин Д. В., *III*, 227

Усманов Ш. Т., *III*, 61

Федоров Б. А., *III*, 80
Федоров И. А., *III*, 63
Федосеев С. В., *III*, 16

Хасанов Р. Э., *III*, 124, 126
Хасанова Г. Г., *III*, 180
Хомушку С. С., *III*, 66
Хорховнев И. В., *III*, 218
Храмов С. В., *III*, 69

Царев Е. М., *III*, 227
Царева Л. Ю., *III*, 71

Чунихин С. С., *III*, 19

Шараев Е. В., *III*, 135
Швецова А. А., *III*, 115
Широкова К. Н., *III*, 108
Шишликова М. А., *III*, 9, 15, 21

Щербакова К. Э., *III*, 167

Яковлева М. В., *III*, 221
Яранцева Е. А., *III*, 117

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Секция «Органический синтез и химическая технология»	5
Секция «Прикладная и экологическая химия»	22
Секция «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы и технологии»	74
Секция «Современные информационные технологии в системах управления»	121
Секция «Биология и рациональное природопользование»	138
Секция «Лесовосстановление и лесоразведение»	170
Секция «Лесоуправление и лесоустройство»	183
Секция «Технология и оборудование лесопромышленных и деревообрабатывающих производств»	224
<i>Авторский указатель</i>	238