

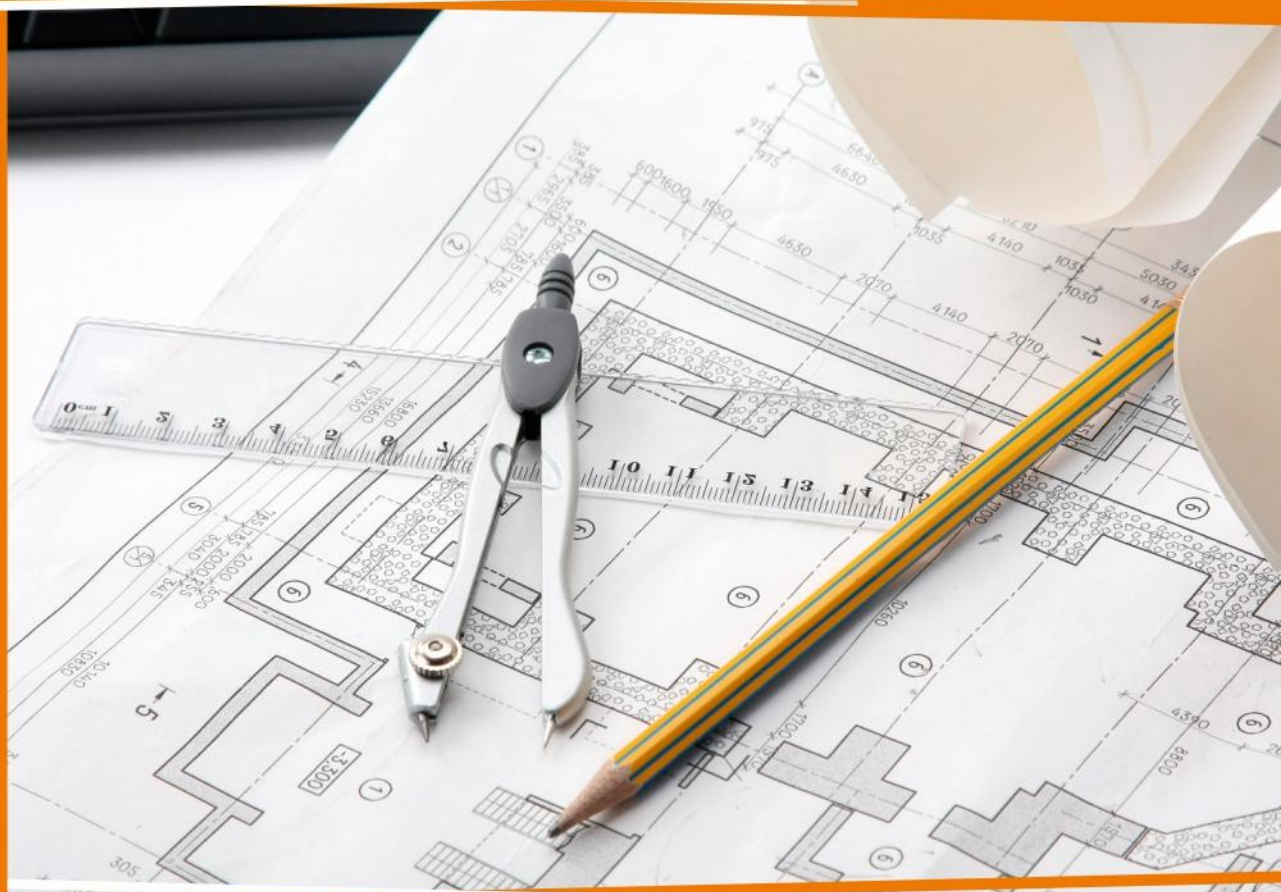


**СибАК**  
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

## **XIV СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**№ 8 (11)**



# **НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

г. НОВОСИБИРСК, 2013



# НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XIV студенческой  
международной заочной научно-практической конференции*

№ 8 (11)  
Ноябрь 2013 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск  
2013

УДК 62  
ББК 30  
Н 34

Председатель редколлегии:

*Дмитриева Наталья Витальевна* — д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

*Ахмеднабиев Расул Магомедович* — канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка.

**Н 34 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»:**  
Электронный сборник статей по материалам XIV студенческой международной научно-практической конференции. — Новосибирск: Изд. «СибАК». — 2013. — № 8 (11)/ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.sibac.info/archive/Technic/8\(11\).pdf](http://www.sibac.info/archive/Technic/8(11).pdf).

Электронный сборник статей по материалам XIV студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

## Оглавление

<b>Секция 1. Архитектура, Строительство</b>	<b>7</b>
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОСЕЛОК	7
Ключнева Ирина Павловна	
Муленок Владимир Владимирович	
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ПОЛУЧЕННЫХ ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫМ МЕТОДОМ	16
Лебедева Кристина Юрьевна	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИКОМФОРТНОГО ДОМА ISOVER. КВАРТАЛ GLUCKSTEIN — РЕКОНСТРУКЦИЯ И РАЗВИТИЕ	21
Моисеева Александра Владимировна	
Крюкова Юлия Евгеньевна	
Стахеев Олег Васильевич	
ВОПРОСЫ ВЫБОРА ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	30
Моисеева Александра Владимировна	
Муленок Владимир Владимирович	
<b>Секция 2. Информационные технологии</b>	<b>42</b>
ТИПЫ ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАЗ ДАННЫХ	42
Газизуллина Айгуль Акрамовна	
Юсупова Расима Разимовна	
Берзина Дина Владимировна	
ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ	49
Дуйсенова Молдир Маратовна	
Абильдинова Гульмира Маратовна	
ПОНЯТИЕ МОБИЛЬНЫХ ВИРУСОВ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ	56
Зубровский Геннадий Борисович	
Сиротский Алексей Александрович	
НОРМАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В MICROSOFT ACCEESS	66
Салмиярова Мария Юрьевна	
Юсупова Расима Разимовна	
Берзина Дина Владимировна	
ПРОЕКТ «МОБИЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА КАИТ 20»	72
Уляшев Олег Александрович	
Котляров михаил александрович	
Попов Сергей Викторович,	

РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ALTIUM DESIGNER Якушев Игорь Юрьевич Марамзин Валерий Валентинович	77
<b>Секция 3. Машиностроение</b>	<b>82</b>
СВОЙСТВА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МЕСТА ЦЕНТРОВ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛ КАЧЕНИЯ С ДИАМЕТРАМИ РАЗНОЙ ВЕЛИЧИНЫ Кутина Алина Андреевна Мерко Алексей Михайлович Мерко Михаил Алексеевич Меснянкин Марк Вадимович	82
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В УСЛОВИЯХ ОАО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД» Ломакина Анастасия Валерьевна Митрофанов Артем Петрович	92
<b>Секция 4. Металлургия</b>	<b>99</b>
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СМК НА ОАО ВТЗ Арчаков Александр Викторович Федотов Евгений Владимирович	99
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА Кузьменко Никита Андреевич Самофалов Дмитрий Сергеевич Акульшина Ирина Игоревна Тимофеева Анна Стефановна	109
ИССЛЕДОВАНИЕ УГАРА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ Лесунов Сергей Сергеевич Бредихина Ксения Николаевна Рязанов Алексей Юрьевич Тимофеева Дарья Сергеевна Тимофеева Анна Стефановна	121

<b>Секция 5. Моделирование</b>	<b>127</b>
ПОЛУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА НА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ	127
Должиков Вадим Сергеевич Шишкин Вячеслав Дмитриевич Елисеева Кристина Александровна Груздов Виталий Сергеевич Тимофеева Анна Стефановна	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ	135
Рочев Виктор Олегович Баскакова Юлия Ленфридовна	
<b>Секция 6. Радиотехника, Электроника</b>	<b>141</b>
СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА	141
Ефимов Василий Григорьевич Макаров Егор Тимофеевич Назаров Сандал Алексеевич Протодьяконова Галина Юрьевна	
<b>Секция 7. Ресурсосбережение</b>	<b>147</b>
АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ	147
Соснин Алексей Леонидович Трусов Валерий Александрович Максимов Сергей Павлович	
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АЭС	157
Целищева Мария Дмитриевна, Серебров Георгий Сергеевич Трегубченко Алексей Владимирович	
<b>Секция 8. Телекоммуникации</b>	<b>164</b>
МОНИТОРИНГ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ТАБУНА ЧЕРЕЗ GPS- ТРЕКЕР	164
Ефремов Николай Васильевич Семенов Руслан Анатольевич Потапов Егор Вячеславович Протодьяконова Галина Юрьевна	
<b>Секция 9. Транспортные коммуникации</b>	<b>169</b>
ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В АЛТАЙСКОМ РЕГИОНЕ	169
Тяботова Анна Александровна Гришкова Диана Юрьевна	

ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ И МЕТОД ИХ РЕШЕНИЯ Хамитова Анастасия Темуровна Селиверов Денис Иванович	178
<b>Секция 10. Электротехника</b>	<b>183</b>
ЗАЩИТА УСТРОЙСТВ ОТ ПЕРЕГРУЗОК И ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ Мангушев Виталий Иванович Симонович Денис Алексеевич Глушак Лариса Владимировна	183
<b>Секция 11. Математика</b>	<b>189</b>
МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА Зенг Валерия Андреевна Нифонтова Людмила Сергеевна Степанов Владимир Николаевич	189
АППРОКСИМАЦИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ Хабибулина Татьяна Васильевна Бабинер Елена Станиславовна	195

# СЕКЦИЯ 1.

## АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОСЕЛОК

*Клюшнева Ирина Павловна*

*студент 2 курса магистратуры, кафедра архитектурное проектирование  
ТГАСУ,*

*РФ, г. Томск*

*E-mail: [klyushnevaip@mail.ru](mailto:klyushnevaip@mail.ru)*

*Муленок Владимир Владимирович*

*научный руководитель, доцент ТГАСУ,  
РФ, г. Томск*

До середины прошлого столетия экология рассматривалась как наука о взаимоотношениях живых организмов и окружающей среды, т. е. имела чисто биологический характер. В последние десятилетия ситуация изменилась в связи с обострением экологических проблем на планете. Современная экология во главу угла теперь ставит взаимоотношения человека с окружающей средой.

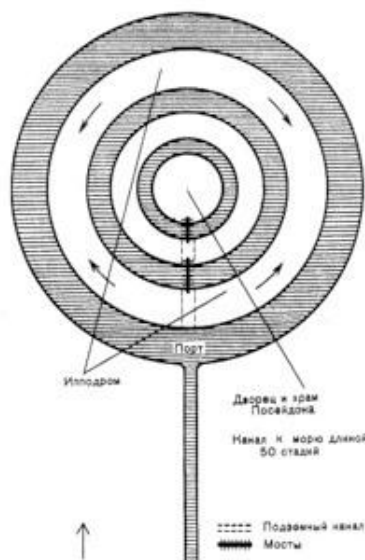
Понятие «окружающая среда» включает в себя все, что нас окружает, что прямо или косвенно воздействует на нашу жизнь и деятельность. В состав окружающей среды в широком смысле слова входит вся наша планета и космическое пространство. В более узком представлении под окружающей средой обычно принято подразумевать биосферу.

Человек тесно связан с окружающей средой происхождением, материальными и духовными потребностями. Масштабы и формы этих связей неуклонно росли от локального использования отдельных природных ресурсов до практически полного вовлечения ресурсного потенциала планеты в жизнеобеспечение современного общества.

Экологические поселки (эко-поселки) являются одним из возможных путей решения проблем с экологией. Вообще идея идеального места



проживания людей родилась в давние времена, еще Платон в 360 г до н. э. говорил об идеальном государстве, об «идеальном городе» в котором природа дает все нужное для жизни человеку, и не только продукты питания, а так же строительные материалы, полезные ископаемые. Так же размышляя об удобном транспортном сообщении, как наземным так и морском, философ предполагал строительство обширного канала и пристани для больших судов. Предполагалась проведение двух источников горячей и холодной воды. Особое внимание уделялось физической подготовки жителей, устраивались гимнастические сады для упражнения мужчин. Если говорить о планировочной структуре, то Платону она виделась круглой (рис. 1). Соответственно особое внимание уделялось охране, в стенах крепости были предусмотрены помещения для копьеносцев. Природа вокруг города была живописна, а сам город стоял на равнине. С одной стороны его окружали горы, с другой море, было много лугов, рек озер, диких животных [2].



**Рисунок 1 Идеальный город по Платону**

В средние века идея Платона трансформировалась в идею города-крепости (рис. 2). Такой город состоял из ядра, центральной части и фортового пояса. Ядро крепости — главное центральное укрепление крепости. Центральная

часть, имеющая сплошную круговую ограду вокруг ядра состоявшего из валов и рвов, соединяющих отдельные опорные пункты. Центральная часть несла в себе функцию обороны ядра крепости. Фортовой пояс являлся главной позицией крепости, состоял из отдельных бастионов [3].



*Рисунок 2 Карта города Брюгге, Бельгия, 1563*

Пройдя сквозь столетия, идея рассматривалась такими великими учеными-философами как Т. Мор, Т. Кампанелла, Ф. Бэкон, Э. Говард и многие другие. Например Томас Мор рассказывает о городе под название Амаурот, он находился на отвесной скале и в плане напоминает больше квадрат «...он простирается в ширину на две мили до реки Анидра, а вдоль берега ее длина города несколько больше..» [4, с. 55] Защита города, здесь уже осуществляется по средствам широкой стены и частыми башнями с бойницами. «С трех сторон укрепления окружены сухим рвом, но широким, глубоким и заросшим оградой из терновника; с четвертой стороны ров заменяет сама река» [4, с. 57] (рис. 3). Кажется что в городе учтено все расположение площадей удобных, как для проезда так и для защиты от ветра, кварталы образуют здания, внутри каждого квартала зеленый сад, у каждого дома есть две двери одна на улицу, вторая в сад. Дома разнообразной

формы в три этажа. Стены домов из камня, кирпича или песчаника, крыши плоские покрытые «замазкой» не поддающейся огню.

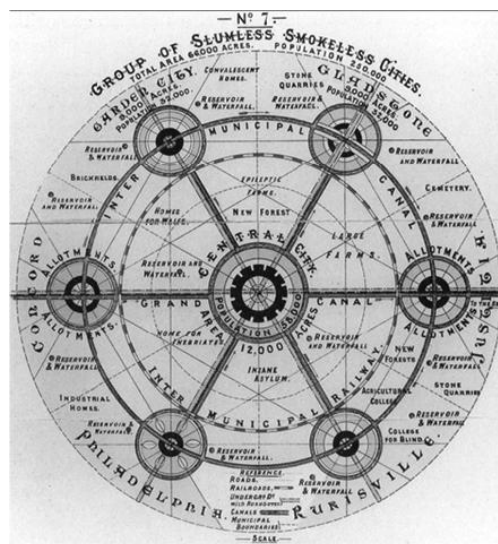


***Рисунок 3. Томас Мор, Город Утопии Амаурот. 1516. Схематичный генплан***

Наиболее интересной явилась идея «Города-сада» Э. Говарда. Она состояла в том, чтобы уменьшить перенаселённость городов и дать людям новые места проживания на лоне природы, его идея состояла в создании сети городов-поселков (рис. 4) в которых были бы только индивидуальные жилые дома, где люди бы передвигались бы на велосипедах или пешком. Весь транспорт выносился на окраину городов, соединяя их в единую систему большой «город-сад». Свою идею он представлял как сеть городов-поселков для проживания людей с комфортным микроклиматом из-за огромного количества деревьев, кустарников, цветов. Форма города — круг. Город пересекает 6 бульваров, этим город делится на 6 равных секторов (рис. 5). Центральная площадь — место пересечения бульваров — круг площадью, который окружён общественными зданиями: ратуша, библиотека, музей, больница и др. [1].



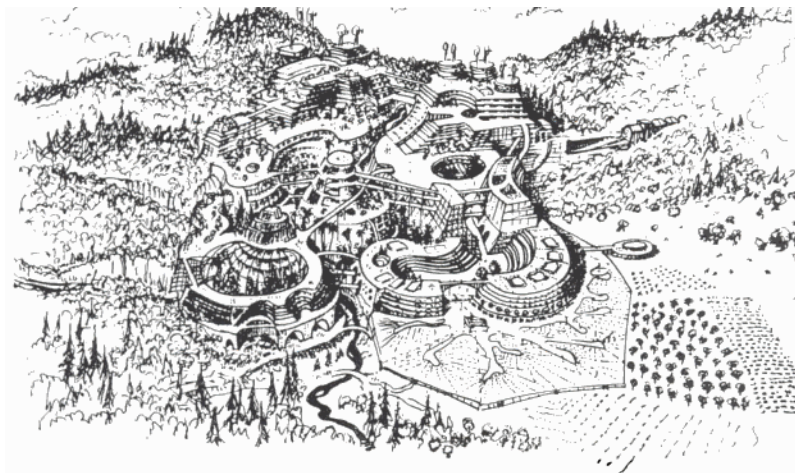
*Рисунок 4. Один из секторов Города-сада о по Э. Говарду*



*Рисунок 5. Сеть из городов-садов*

Каждый из этих великих людей дополняли идею своими мыслями делая, ее еще больше утопичной, придумывая ей новые названия «Идеальный город», «Стабильный город», «Город-сад», «Устойчивый город» и в итоге первым кто использовал термин экогород стал Ричард Регистр в книге «Экогород Беркли: строительство города для здорового будущего» (1987 г.). Автор рассказывает об идеальном городе для жителей Америки, в книге он описывает не только градостроительные и планировочные параметры зданий, а так же социальные аспекты жизни (рис. 6). Регистр говорит о том,

что подобные идеи или проекты должны быть для каждой страны, для каждой местности свои. Специалисты должны разрабатывать проекты с учетом всех факторов природных, климатических, конструктивных, технических и т. д.



***Рисунок 6. Экогород Беркли***

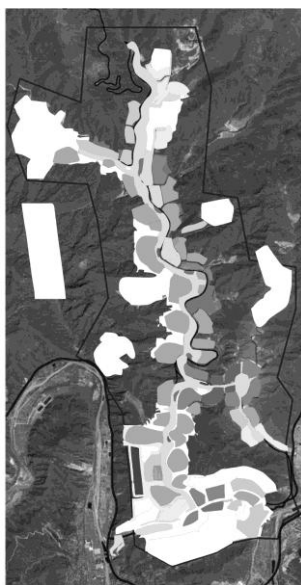
На сегодняшний день не существует четкого сформулированного определения, градации и конкретных принципов формирования *экогорода* или *экопоселка*. Мы можем лишь систематизировать опыт российских и зарубежных проектировщиков пытающихся создать экологическое жилое пространство — экологический поселок.

Понятие экологический поселок очень обширно, под ним понимают населенный пункт, находящийся в экологически чистом месте или поселок, оснащенный самыми передовыми источниками добычи тепла, света, воды, не засоряющая окружающую среду утилизация отходов, применение старых и появившихся новых экологически чистых строительных материалов и т. д. Так же эко-поселком может быть существующий поселок, жилая среда которого модернизирована с помощью такого же оборудования.

Современное изобилие строительных материалов дает возможность воплощать самые удивительные идеи архитекторов, создавая объекты необыкновенных форм.

Все направления формирования идей экопоселков сводятся к трем основным направлениям: градостроительное, объемно-планировочное и инженерно-техническое (табл. 1).

Градостроительные параметры решают проблему планировочной структуры поселка. Поселок может, как иметь деление на четкую структуру, так и структура может подчиняться природному ландшафту (рис. 7).



***Рисунок 7. Экогород Ментоугоу в Китае. Он расположен на гористой местности и вся его планировочная структура подчинена рельефу***

Объемно планировочные параметры решают задачу по планировке зданий и их внешний облик (рис. 8).



***Рисунок 8. Экогород Ментоугоу в Китае. Административное здание, вписанное в скалу***

Инженерно-технические параметры предлагают обратить внимание на улучшение качества жилья.

**Таблица 1.**

**Принципы формирования эко-поселка**

Параметры организации экологического пространства	
Градостроительные параметры	Устройство природных систем вентиляции по средствам увеличения водных объектов и озеленение территории посредством высадки деревьев, кустарников, цветочных клумб.
	Адаптация к окружающему ландшафту
	Создание сельскохозяйственных структур
	Установка возобновляемых источников энергии (в общем на поселок)
	Увеличение пешеходных зон
	Транспорт с нулевым уровнем выбросов
	Отсутствие вблизи крупного промышленного производства
Объемно-планировочные параметры	Устройство зеленых кровель, фасадов
	Создание водосборников и очистки воды для вторичного использования воды в бытовых нуждах
	Устройство солнцезащиты или наоборот раскрытие к солнцу.
Инженерно-технические параметры	Экологически чистые ограждающие материалы (дерево, камень, металл, стекло и экологические утеплители)
	Естественная инсоляция и аэрация
	Инженерное оборудование (в индивидуальном порядке): -солнечные батареи для производства электрической энергии -тепловой насос -система вентиляции с рекуперацией тепла и -система управления микроклиматом

**Выводы**

Слово «экология» в переводе с греческого означает «наука о доме». Под домом понималось не только жильё, но и всё пространство, где обитал человек. Таким образом, коротко можно сказать, что «эко-посёлок» — это место благоприятное для жизни.

Рассматривая идею *экопосёлка* детально, можно сказать — это поселение, созданное для организации максимально экологически чистого пространства для жизни людей. В данном случае начиная с бережного отношения

к окружающему ландшафту использования экологически чистых строительных материалов, принятия не нарушающих внутренний ландшафт поселка, планировочных решений, трассировки улиц, а так же применение всевозможного инженерного оборудования в том числе и для энергетического снабжения поселка. Его целью является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов при проработке решений детального выбора участка под проектирование, само строительство, эксплуатация и ремонт зданий, а так же их снос. При этом должны быть обеспечены условия современного комфортного проживания.

Среда проживания воспитывает человека, учит трепетному отношению к окружающей среде, природе, ресурсам.

#### **Список литературы:**

1. Глазычев В.Л., Гутнов А.Э. «Мир архитектуры»/ М. Молодая гвардия, 1989 — 350 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.glazychhev.ru/books/mir\\_architecture/index.htm](http://www.glazychhev.ru/books/mir_architecture/index.htm)
2. Камнева Л., Сергеев К. «Платон «Государство»/ Наука. Ленинградское отделение, 2005 — 576 с.
3. Самаркин В.В. «Историческая география Западной Европы»/ М. Высшая школа, 1976 — 249 с. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://annales.info/evrope/samarkin/istgeogr.htm>
4. Осинковский И.Н. «Томас Мор «Утопия»/ Наука, 1974 — 168 с.



## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ ПОЛУЧЕННЫХ ПОЛИМЕРИЗАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

*Лебедева Кристина Юрьевна*

*студент 5 курса, кафедра автомобильные дороги НИ ИрГТУ,  
РФ, г. Иркутск*

*E-mail: [Kristina-lebedev@mail.ru](mailto:Kristina-lebedev@mail.ru)*

Изучены **физико-механические характеристики** полимербитумных вяжущих полученных полимеризационным методом на основе битума нефтяного дорожного и полистирола, полиметилметакрилата и полибутилметакрилата. Установлены корреляционные зависимости температуры хрупкости и температуры размягчения от вида и содержания полимера. Исследована зависимость показателя пенетрации от температуры. Показано, что переход вяжущего в пластичное состояние происходит при более низких температурах, чем температура, определяемая по методу «кольцо и шар».

Ключевые слова: полимербитумные вяжущие, полимеризационный подход, температура хрупкости и размягчения, пенетрация.

### **Введение**

Используемые повсеместно в практике при производстве асфальтобетонов вяжущие на основе окисленных нефтяных битумов не всегда обеспечивают нужные эксплуатационные характеристики и долговечность дорожному асфальтовому покрытию. Это обусловлено теми физико-химическими характеристиками, которые заложены в самой химической природе битумного материала. Существенно повысить качество дорожного покрытия удастся при использовании композиционных вяжущих материалов на основе битума, например, полимербитумных вяжущих [1]. Совмещение свойств битума и полимерного вещества способствует резкому улучшению физико-механических характеристик вяжущего материала: повышается теплостойкость и морозостойкость вяжущего, улучшаются его адгезионные свойства. Наиболее распространенным подходом получения полимербитумных вяжущих является совмещение (растворение) уже готового полимера с битумом [2]. Однако

подобный подход нельзя назвать универсальным, поскольку существует весьма ограниченный ряд полимеров, совместимых с битумом. Альтернативой использования уже готовых полимеров является полимеризация соответствующих мономеров непосредственно в среде битума. Полимеризационный подход направлен на совмещение битума с полимерами в момент их образования, поэтому можно ожидать получения устойчивых к фазовому разделению композиций на основе, даже, несовместимых с битумом полимеров. Это должно существенно расширить как набор полимербитумных вяжущих (ПБВ), так и спектр их физико-механических и эксплуатационных характеристик.

В настоящей работе представлены результаты исследования полимербитумных вяжущих полученных полимеризационным подходом на основе полистирола (ПС), полиметилметакрилата (ММА), полибутилметакрилата (БМА) в среде битума нефтяного дорожного (БНД) с целью оценки их **физико-механических и эксплуатационных характеристик**. Выбор полимеров обусловлен их низкой стоимостью, а так же распространенностью.

Битум — это многокомпонентная система, которая до температур 50—60 °С существует в стеклообразном состоянии и, только, при температурах выше 90—100 °С переходит в жидкое состояние, при 130—180 °С битум по своим гидродинамическим характеристикам не отличается от обычных органических жидкостей [3]. Наиболее важными показателями вяжущих, согласно российских нормативных документов [4], являются значения температуры размягчения по методу «кольцо и шар» и температура хрупкости. Диапазон температур между температурой хрупкости (которая обычно имеет значение от –17 °С и ниже) и температурой размягчения (которая обычно имеет значение от +43 °С и выше) называется рабочим диапазоном вяжущего, так как в этом диапазоне оно находится в так называемом вязкопластичном состоянии.

Вязко-пластичное состояние характеризуется тем, что вещество в этом состоянии не является твёрдым и хрупким и, в то же время, не течёт как жидкость при минимальных сдвиговых нагрузках. Это означает, что и асфальтобетон, на основе такого вяжущего, в рабочем диапазоне температур имеет необходимые потребительские свойства: он в меру пластичен (не трескается) и не течёт (имеет необходимую сдвигоустойчивость).

#### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

Полимербитумные вяжущие получали полимеризационным методом на основе полистирола (ПС), полиметилметакрилата (ММА), полибутилметакрилата (БМА) в среде битума нефтяного дорожного (БНД). Для этого соответствующий мономер вводился в БНД где и проводилась дальнейшая полимеризация с образованием полимербитумных вяжущих. Далее в таблицах и на графиках указывается содержание соответствующих мономеров в % по массе от содержания битума.

Исследования температуры хрупкости проводились согласно ГОСТ 11506-2003 «Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу». Измерение температуры хрупкости проводилось на приборе АТХ-20, хотя формально этот прибор не соответствует требованиям ГОСТа. Проблема заключается в том, что срабатывания пьезодатчика могут не совпадать с визуальным определением наличия трещины. После правильной настройки уровня сигнала пьезодатчика, эти не совпадения можно свести практически к нулю. В наших измерениях отмечался только один случай не совпадения, который был исключён из анализа. Поэтому можно сказать, что наши измерения соответствовали требованиям ГОСТ 11506-2003. Были получены следующие результаты для полимербитумных композиций.

*Таблица 1.*

**Температура хрупкости БНД+PS**

<b>Содержание %</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
Температура хрупкости, °С	<b>-20.7</b>	<b>-23.5</b>	<b>-23</b>	<b>-21.4</b>	<b>-14</b>

*Таблица 2.*

**Температура хрупкости БНД+БМА**

<b>Содержание %</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
Температура хрупкости, °С	<b>-23</b>	<b>-23</b>	<b>-25</b>	<b>-23.5</b>	<b>-19</b>	<b>-14.5</b>

*Таблица 3.*

**Температура хрупкости БНД+ММА**

<b>Содержание %</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>
Температура хрупкости, °С	<b>-24</b>	<b>-25</b>	<b>-24</b>	<b>-21.5</b>	<b>-22</b>	<b>-22.5</b>

Исследования температуры размягчения проводились согласно ГОСТ 11506-2003 «Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару». Были получены следующие результаты.

*Таблица 4.*

**Температура размягчения БНД+PS**

<b>Содержание %</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
Температура размягчения, °С	<b>45.3</b>	<b>46.3</b>	<b>46.2</b>	<b>49</b>	<b>55.6</b>

*Таблица 5.*

**Температура размягчения БНД+БМА**

<b>Содержание %</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
Температура размягчения, °С	<b>45.5</b>	<b>43.3</b>	<b>46.2</b>	<b>41.9</b>	<b>44.5</b>	<b>46.7</b>

*Таблица 6.*

**Температура размягчения БНД+ММА**

<b>Содержание %</b>	<b>1</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>30</b>
Температура размягчения, °С	<b>46</b>	<b>41.6</b>	<b>38.4</b>	<b>39.7</b>	<b>45.8</b>	<b>51.8</b>

Исходный битум марки БНД имел следующие показатели: температура хрупкости  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температура размягчения  $+53,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Исследования пенетрации проводились согласно ГОСТ 11501-78 «Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы».

### **Выводы**

Все образцы полученных полимербитумных вяжущих проявляют общие закономерности с небольшими отличиями, результаты температуры хрупкости показывают наилучшие результаты в при содержании полимерного материала в интервале 2,5—5 %. При этом эти лучшие результаты не превосходят результаты БНД, что может обуславливаться низким качеством полимерного вещества получаемого в среде битума. Измерения температуры размягчения показывают, что в интервале содержания полимерного вещества 1—15 % результаты практически равны и не превышают результаты для БНД, что так же свидетельствует о низком качестве полимерного вещества, но так же говорит о не полном протекании процесса полимеризации мономеров в полимер, что приводит к содержанию остаточного мономера который выступает в качестве разбавителя для полученных ПБВ.

Следует отметить, что переход в вязкотекучее состояние, который мы связываем с наличием излома на кривых пенетрации, происходит на 10—20 градусов ниже, чем температура размягчения, фиксируемая по методу «кольцо и шар». В дальнейшем планируется изучить, как переход в вязкотекучее состояние влияет на свойства асфальтобетона.

Работа выполнена на оборудовании, закупленном по программе ПНР-3.

### **Список литературы:**

1. Галдина В.Д. Модифицированные битумы. Омск: СибАДИ, 2009. — 228 с.
2. Гохман Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон. М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2008. — 117 с.
3. Печеный Б.Г. Битум и битумные композиции. М.: Химия, 1990. — 256 с.
4. Гохман Л.М., Гурарий Е.Н. Все начинается с битума // Автомобильные дороги. — 2005. — № 5. — С. 34—37.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИКОМФОРТНОГО ДОМА  
ISOVER. КВАРТАЛ GLUCKSTEIN —  
РЕКОНСТРУКЦИЯ И РАЗВИТИЕ**

***Моисеева Александра Владимировна***

*магистрант 2 курса, кафедра архитектурного проектирования, ТГАСУ,  
РФ, г. Томск*

*E-mail: [moiseeva.aleks@yandex.ru](mailto:moiseeva.aleks@yandex.ru)*

***Крюкова Юлия Евгеньевна***

*магистрант 2 курса, кафедра теории и истории архитектуры, ТГАСУ,  
РФ, г. Томск*

*E-mail: [trima06@mail.ru](mailto:trima06@mail.ru)*

***Стахеев Олег Васильевич***

*научный руководитель, член Союза архитекторов России,  
канд. архитектуры, доцент ТГАСУ,  
РФ, г. Томск*

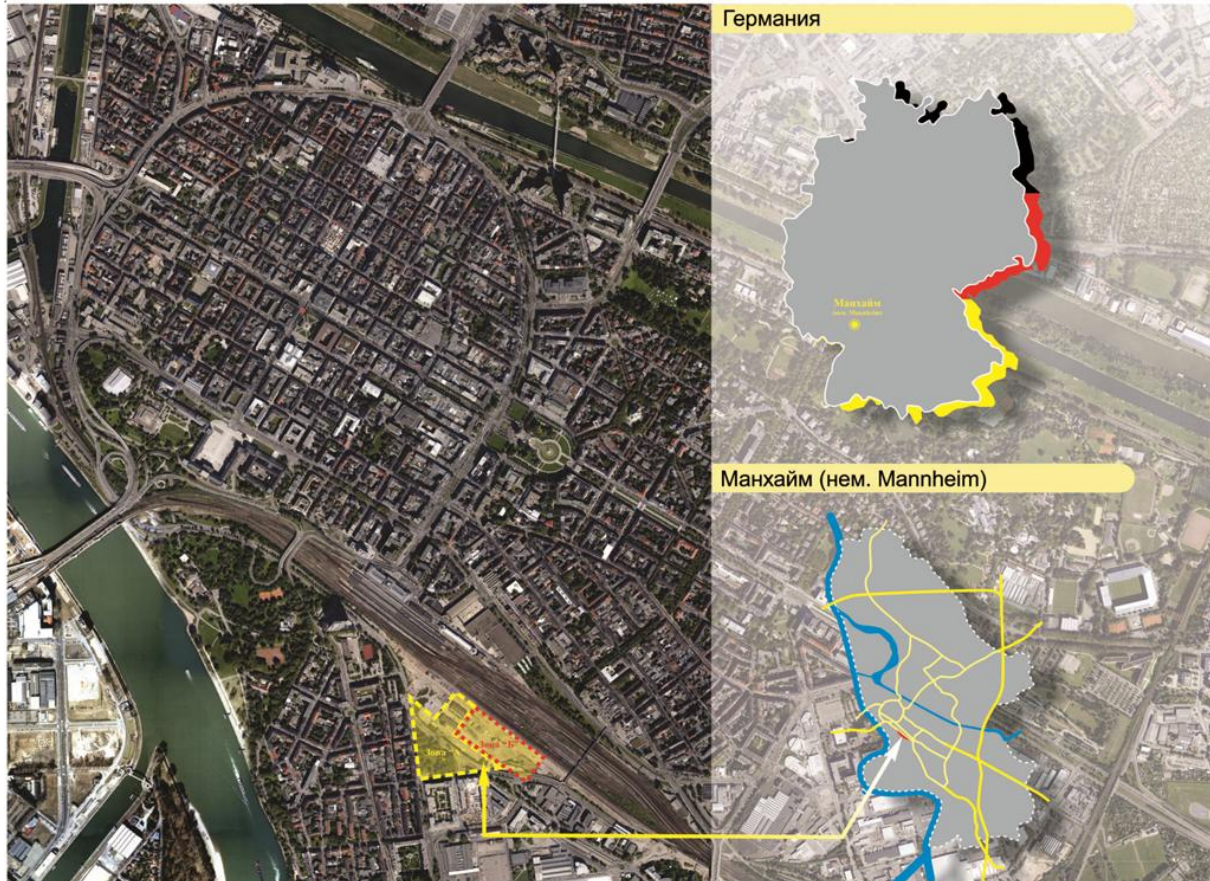
Авторская концепция реконструкции и развития территории квартала GLUCKSTEIN формировалась и реализовывалась в рамках международного студенческого конкурса ISOVER Multi-Comfort House 2013. Территория для проектирования выбрана в старом немецком городе Манхайм. Участок осложнен следующими существующими факторами: наличием вблизи железной дороги и крупных транспортных магистралей, а также размещением высокоплотной жилой и общественной застройкой (Рис. 1).

Опираясь на перспективную схему транспортного и функционального зонирования, существующей застройки и условиями конкурса, авторы предлагают концепцию развития данной территории. (Рис 2; а, б).

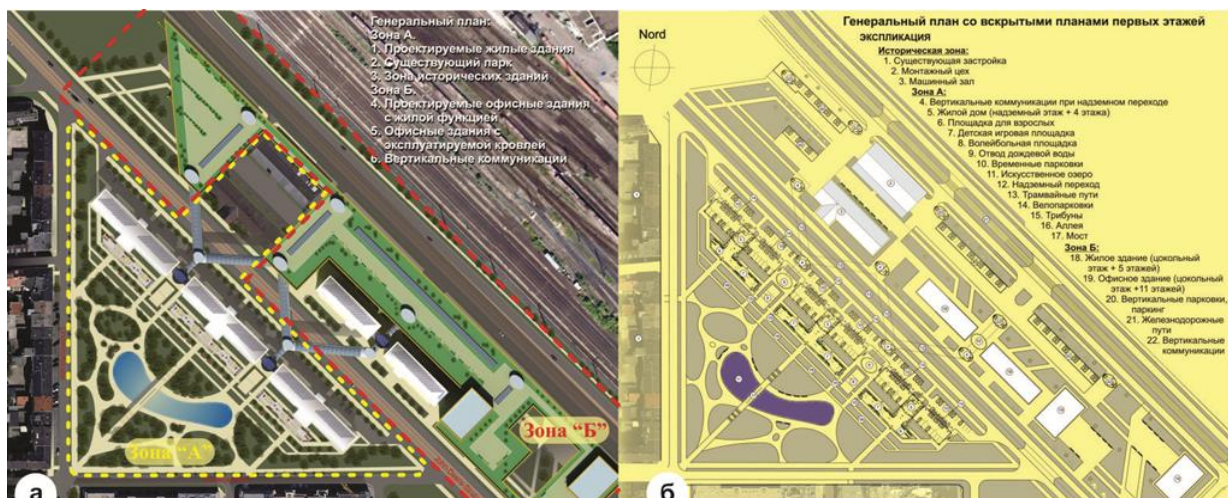
В генеральном плане предусмотрено запроектировать 3 жилых дома средней этажности и реконструировать два исторических здания в зоне «А». В зоне «В» размещается офисный центр с двумя жилыми зданиями, которые несут функцию временного проживания. В зоне «А» остаются два исторических здания, которые по проекту будут преобразованы в Музей старых автомобилей и Музей технического творчества. Такое преобразование внесет в эту территорию особую привлекательность. Авторы оставляют открытой зону



размещения исторических зданий для того, что бы их обзор был максимальным. Предполагаемая инверсионная кровля увеличивает дополнительное количество зелёных площадей на данной площадке (Рис. 3).



*Рисунок 1. Ситуационная схема города Манхайм в Германии*



*Рисунок 2. а) Генеральный план с указанием зон «А» и «Б», б) Генеральный план*





***Рисунок 3. Перспективное изображение (видовая точка 1)***

На территории располагаются три жилых дома: они запроектированы как шумозащитные здания с зелеными инверсионными кровлями. Между домами и существующим парком располагается внутриворотовое пространство, которое включает в себя весь необходимый набор площадок: детских, игровых, спортивных, а также зон для отдыха взрослых. Эти зоны плавно переходят в зону реконструируемого парка. Кровли между зданиями объединены и имеют переходы к общественному центру через автомагистраль (Рис. 4).

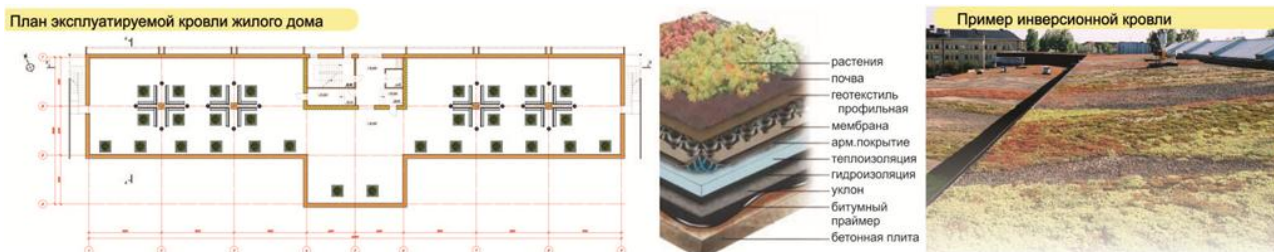


***Рисунок 4. Перспективное изображение (видовая точка 2)***

В проекте представлены планы эксплуатируемой кровли жилого дома и примеры инверсионной кровли. Произведенный расчет показывает, что даже при сохранении зеленых насаждений в парке, а так же при дополнительных



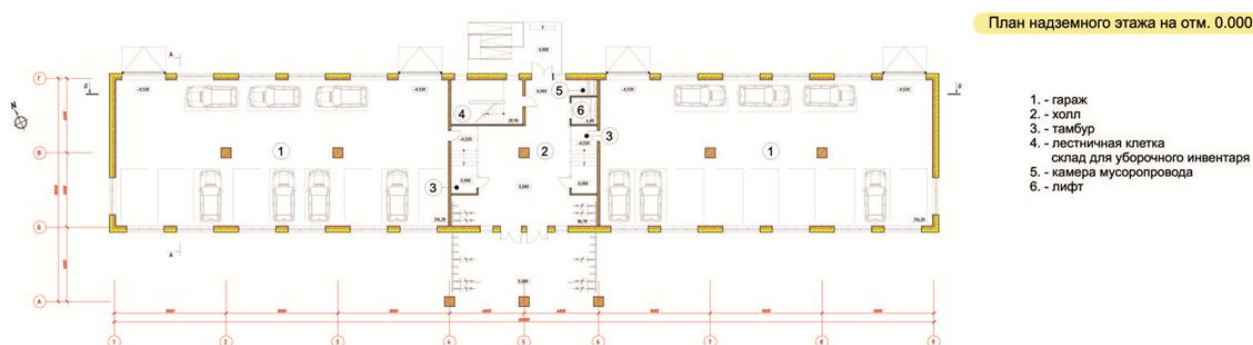
наслаждениях общественного комплекса, сохраняется нехватка зеленых насаждений. Поэтому кровля пятиэтажного здания используется под зеленые насаждения сезонного использования (Рис. 5).

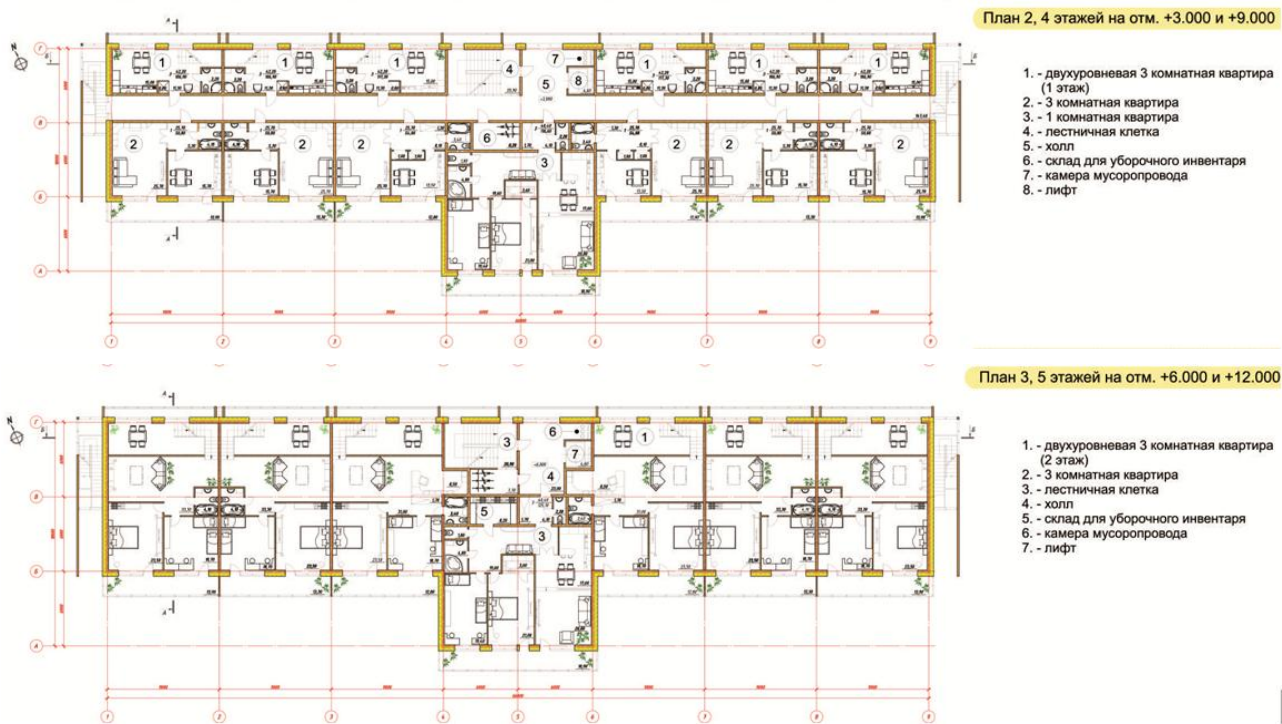


**Рисунок 5. Инверсионная кровля**

Так же представлены функциональное и конструктивное решения жилого дома. В нем запроектированы следующие типы квартир: однокомнатные квартиры — 12, трехкомнатные квартиры — 4, трехкомнатные квартиры в двух уровнях — 12. Трехкомнатные квартиры в двух уровнях и без, являются квартирами повышенной комфортности, с ориентацией спальных комнат на юго-восток. Квартиры, которые выходят на магистраль, в первую очередь защищены от шума закрытыми лоджиями, в их состав входят помещения только части общих комнат и кухонь (Рис. 6, 9).

На первом этаже располагается парковочный комплекс для жителей данного дома. Весь жилой комплекс приспособлен для маломобильных групп населения. Со стороны активной транспортной магистрали устроены гостевые велопарковки (Рис. 7).





**Рисунок 6. Конструктивные планы этажей**



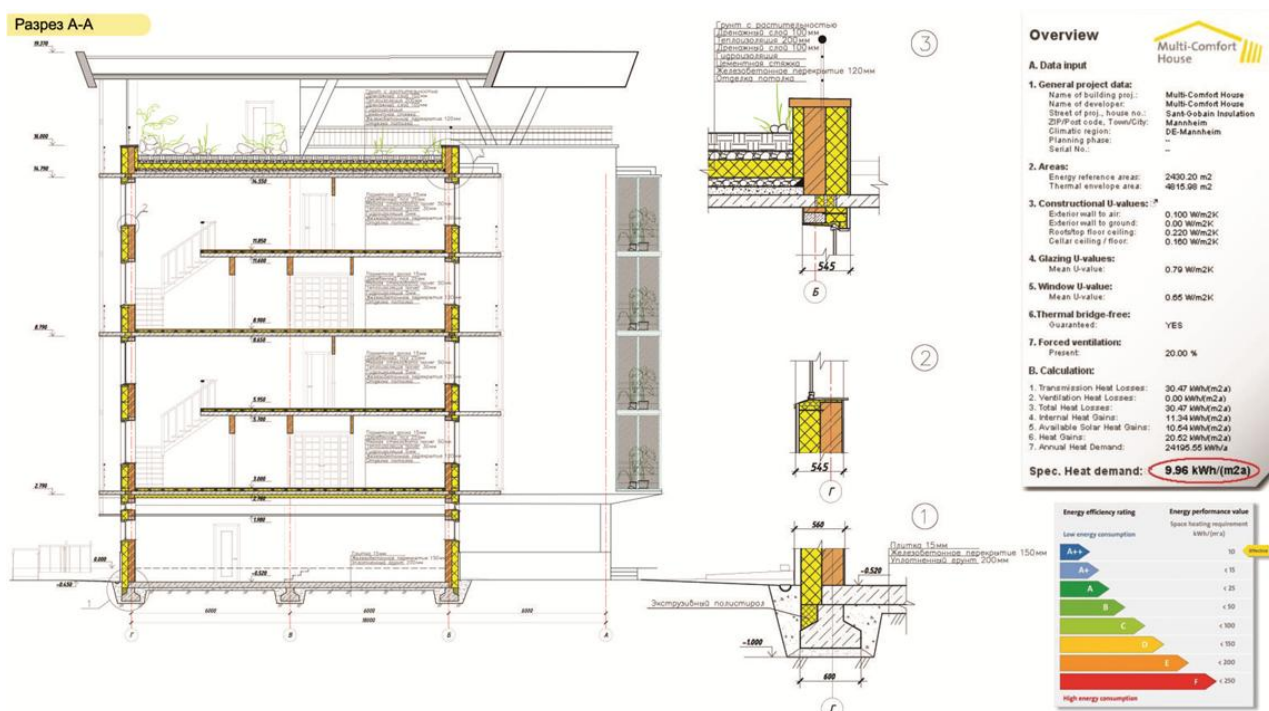
**Рисунок 7. Характеристика объекта**

Тепловой контур пяти этажного жилого дома был рассчитан по программе — ISOVER Multi-Comfort House Designer. Жилой дом спроектирован как «Мультикомфортный дом ISOVER», в котором

на отопление ежегодно будет тратиться менее 15 (кВт\*ч) /м2. Низкий расход энергии обеспечивается благодаря сокращению теплопотерь за счет применения:

- массивного непрерывного теплоизоляционного слоя по всему наружному контуру здания;
- герметичной оболочки по внутреннему контуру здания;
- утепленных оконных профилей и эффективного остекления;
- системы вентиляции с рекуперацией тепла более 80 %.

Невыполнение, какого-либо из этих четырех условий недопустимо и сводит на нет все условия по сокращению энергопотребления здания [2, с. 6]. Авторский проект рассчитан как энергоэффективный класс здания с классом «A++», что показывает: спроектированные здания соблюдают все условия по низкому расходу энергии на отопление (Рис. 8).



**Рисунок 8. Расчет жилого дома по программе ISOVER Multi-Comfort House Dtsigner**



Фасадное решение в осях 9-1



Фасадное решение в осях 1-9 и Г-А



***Рисунок 9. Фасадные решения***

Для того что бы добиться дополнительного привлечения энергии и повысить комфортность для работы и проживания предлагается внедрить в застройку альтернативные источники энергии окружающей среды. В них входят: солнечные батареи, солнечные коллекторы, система рекуперации тепла, тепловые насосы, пневматические системы транспортирования отходов, использование дождевой и экономия водопроводной питьевой воды, а также использование биотоплива. Так например, накопление и использование дождевой воды происходит за счет установленных между домами резервуаров, а для того чтобы использовать ветер проходящих скоростных поездов рядом с ж/д магистралью будут применены ветровые системы Болотова (вертикальные и горизонтальные ветряки) (Рис. 10).



здания, зонировании, ориентации по сторонам света. Применение в жилых домах альтернативных источников энергии, как энергия солнечного света и ветра используются для энергоснабжения и нагрева воды, геотермальное тепло земли — для отопления и кондиционирования зданий, энергия воды или гидроэнергетическая для энергоснабжения, биоэнергетическая для энергоснабжения и отопление.

Тема мультикомфортного (энергоэффективного) жилого дома, использующего альтернативные источники энергии, актуальна не только с точки зрения экологичности, но и с точки зрения развития экологической архитектуры жилищного фонда.

Итогом послужило то, что данный проект стал одним из финалистов национального конкурса ISOVER – 2013.

### **Список литературы:**

5. Граник Ю.Г. Магай А.А. Беляев В.С. Конструкции наружных ограждений и инженерные системы в новых типах энергоэффективных жилых зданий. Журнал «Энергосбережение» — № 5. — 2003. — С. 73—75.
6. Мультикомфортный дом ISOVER. Комфорт и безопасность для окружающей среды. Брошюра компании SAINT – GOBAIN ISOVER/ 2012. — С. 11.
7. Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы: Перевод с англ. М.: Энергоиздат., 1982. — 224 с., ил.
8. Табунщиков Ю.А. Энергетически пассивный многоэтажный жилой дом. Журнал «АВОК» — № 1. — 2013. — С. 14—23.
9. Табунщиков Ю.А. Бродач М.М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий. Журнал «АВОК» — № 1. — 1998. — С. 5—13.
10. Шилкин Н.В. Пассивные здания: возможности современного строительства. Журнал «Энергосбережение» — № 4. — 2011. — С. 34—41.

## **ВОПРОСЫ ВЫБОРА ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

*Моисеева Александра Владимировна*

*магистрант 2 курса, кафедра архитектурного проектирования, ТГАСУ,  
РФ, г. Томск  
E-mail: [moiseeva.aleks@yandex.ru](mailto:moiseeva.aleks@yandex.ru)*

*Муленок Владимир Владимирович*

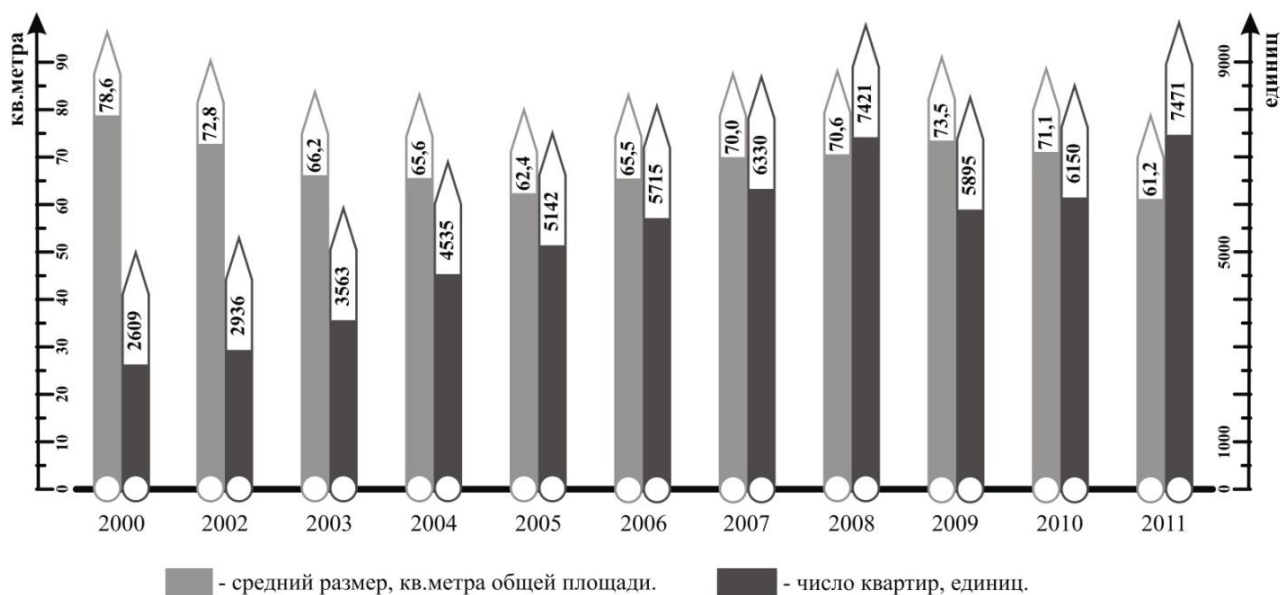
*научный руководитель, член Союза архитекторов России, доцент ТГАСУ,  
РФ, г. Томск*

*«Первым сооружением человека было жилище, дом... С жилища начинается архитектура, с жилища начинается город» А.К. Буров [5].*

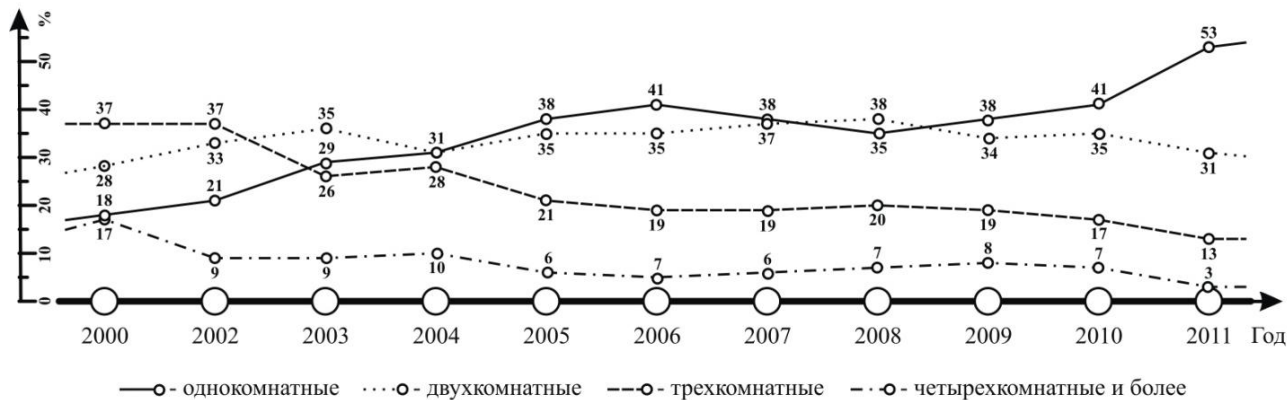
На данный момент в г. Томске сформирован рынок жилья, всё больше число граждан участвуют в операциях с недвижимостью, но жители города и районов покупают то жилье, которое им предоставляет рынок. Какие типы квартир покупают? Какие материалы стен жилых зданий востребованы прежде всего? Какой тип жилых зданий наиболее востребован? Все эти и многие подобные вопросы встают перед проектировщиками, перед заказчиками. Авторами было изучена статистика последних лет, чтобы предложить в проектируемых жилых домах необходимый набор квартир. Проектируемые здания выполняются с применением новых методов получения энергии и перспективных строительных материалов. Поэтому есть необходимость в повышенном спросе на данные жилые дома.

Интересно рассмотреть статистику жилищного фонда для того, чтобы предложить адекватную объёмно-планировочную и конструктивную структуру проектируемого жилого дома. За период строительства, многоквартирных домов в Томской области с 2000 по 2011 года, заметно выросло число сдаваемого жилья. Но при этом средний размер общей площади квартир уменьшился (рис. 1). Данная ситуация всецело зависит от спроса. Какие типы квартир предпочитают: однокомнатные, двухкомнатные, трехкомнатные,

четырёхкомнатные? За 11 лет спрос на однокомнатные квартиры увеличился в 3 раза (рис. 2) [10].



**Рисунок 1. Число построенных квартир и их средний размер общей площади**



**Рисунок 2. Виды квартир, в процентах от общего вода**

На Томском рынке недвижимости работает большое количество строительных компаний. Один из самый крупный застройщик Томска: ТДСК. Осуществляет квартальную застройку: микрорайон «Высотный» на Иркутском тракте, «Радужный» на АРЗе. Остальные застройщики строят не с таким «размахом». Новые дома от ТДСК уже строят с применением некоторых способов энергосбережения и энергоэффективности. Таковы микрорайоны:



«Солнечная долина» на ул. Ключева, «Подсолнухи» на ул. Мокрушина, «Зеленые горки» на ул. Энтузиастов [9].

В Томской области, по информации областного департамента архитектуры и строительства, введено 206,57 тыс. кв. м жилья (за январь-июль 2013 г.). За те же семь месяцев в Томске введено 129,36 тыс. кв. м. жилья многоквартирных домах и 36,22 тыс. кв. м. индивидуальных домов.

Покупка квартиры, это одна из главных целей многих людей, хотя цена новой квартиры выше старой. На сегодняшний день стоимость жилья в новостройке разнообразна в зависимости от материалов применяемых при строительстве, этажности здания, высота потолка, местность и т. д. Не стоит забывать о комфорте, удобстве, микроклимате, экономии, психологическом физическом воздействием на человека. Ведь квартира только для застройщиков «объект заказа», а для покупателя квартира — это «уютное гнездышко», где можно отдохнуть морально и физически, побыть вместе всей семьей или побыть одному в своем индивидуальном пространстве после трудного дня. Но не всегда желания, потребности совпадают с возможностями.

В объявлениях о продаже недвижимости риелторы обычно не скупаются на красочные описания квартиры. Однако часто эти сведения — маркетинговый ход. Для потребителя гораздо важнее информация техническая: вид, тип и конструктивные особенности помещения и здания в целом.

Классификаций домов (и квартир в них) по какому-либо признаку можно насчитать множество. Для владельца недвижимости, собирающегося превратить ее в квартиру своей мечты, главными характеристиками служат материал дома и способ, которым он возведен. От этого зависит, насколько большое вмешательство потребуется при проведении ремонтных и др. работ.

Панельный тип новостроек, это один из довольно популярного типа жилья, благодаря легкости и быстроты их возведения. Но есть недостатки, которыми обладают панельные дома. Звукоизоляция таких домов минимальная, что доставляет множество неудобств жителям, высота потолков в панельных домах в среднем составляет 2,70 м. Применение панельной серии несет

в себе некоторую неповоротливость планировочных решений квартир. А так же применения железобетона в таком количестве считается не очень полезным.

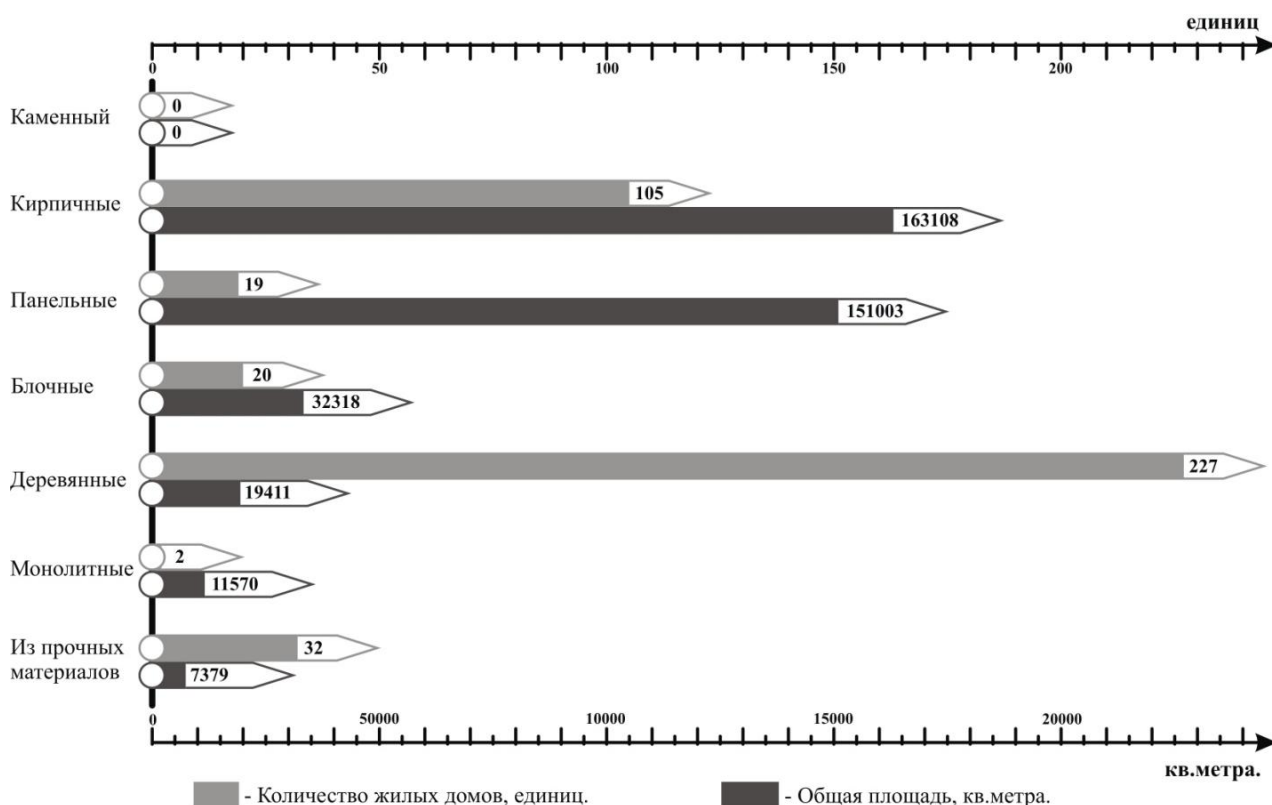
Каркасно-блочные дома. Отличием является то, что несущую функцию выполняет специальный ж/б каркас, а стены формируются из более легких, современных и экологичных материалов. Положительные качества — высота потолков может варьироваться, легкие стены в которые проникает воздух. Разнообразные варианты планировки квартир, которая только ограничивается общей площадью. Этот вид новостройки, является одним из самых дорогих, но ещё более дорогим его делает кирпичная кладка стен. Но на современном этапе при применении легких и энергоэффективных материалов в наружных, да и во внутренних стенах делают эти дома наиболее перспективными для строительства. К тому же это наиболее сейсмически устойчивая схема для строительства зданий. А ведь даже в Томске уже применяется коэффициент сейсмичности.

Строительство монолитного дома производится по другой системе изначально делается опалубка, скрепляется между собой арматура и заливается бетоном. Стены таких зданий очень прочные, вследствие того, что усадка происходит равномерно и не появляется трещин как в домах панельного типа. Преимуществами таких новостроек являются: ровные полы и потолки, свободная планировка, отличная тепловая и звуковая изоляция. Монолитные новостройки возводятся не по типовым проектам. Недостаток таких домов высокая цена.

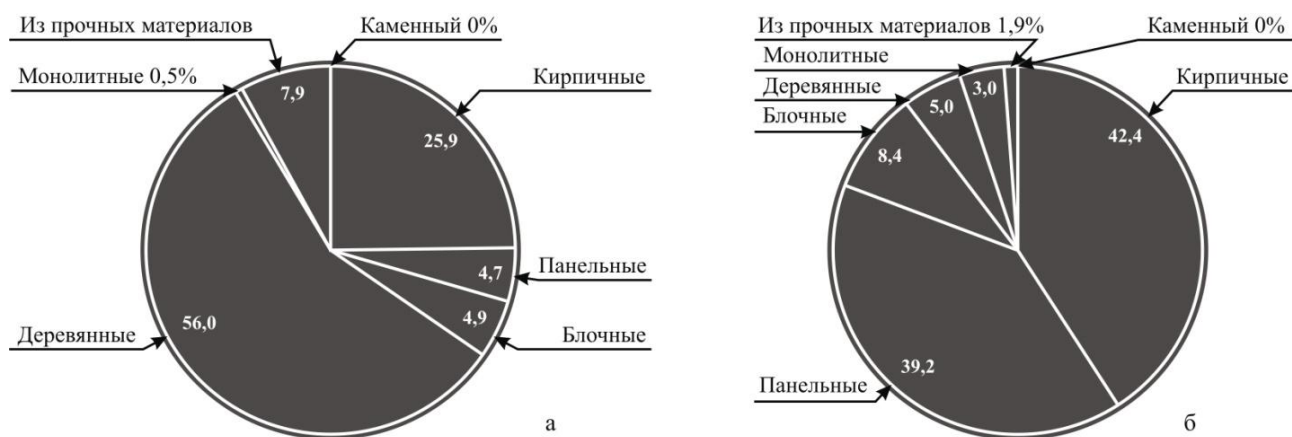
Кирпичные дома встречаются как на вторичном рынке, так и среди новостроек. Этот материал считается наиболее экологически чистым и хорошо сохраняющим тепло. Дома из него традиционно более престижны, чем из ж/б панелей. К тому же возведение стен из таких небольших элементов, как кирпичи, открывает широкие возможности для создания индивидуальных архитектурных решений дома. Так же к достоинствам, можно отнести прочность, износоустойчивость и долговечность. Этими качествами наделены

не только современные кирпичные дома, но и дома старого фонда. Недостатки таких домов — дороговизна, увеличение сроков на строительство, по сравнению, например, с монолитной технологией. Необходимость в наружной и внутренней отделке, за счет гигроскопичности и пористости материала.

Рост жилищного фонда в Томске домов построенных за счет собственных средств и заемных средств. Только за 2012 год построили жилые дома для населения распределением общей площади дома по материалам стен: кирпичные, панельные, блочные, деревянные, монолитные и из прочных материалов. Количество жилых домов из дерева преобладает — 227 единиц, но их общая площадь равна 19411 кв. м. Это, в основном, строительство частных, усадебных домов. Строительство многоквартирных домов по материалам стен из кирпича, панелей, монолит, блоков. Количество жилых домов меньше, но зато общая площадь значительно увеличивается (рис. 3, 4.) [2].



**Рисунок 3. Распределение общей площади жилых домов по материалам стен (включая дома, построенные за счет собственных и заемных средств) за 2012 год г. Томск**

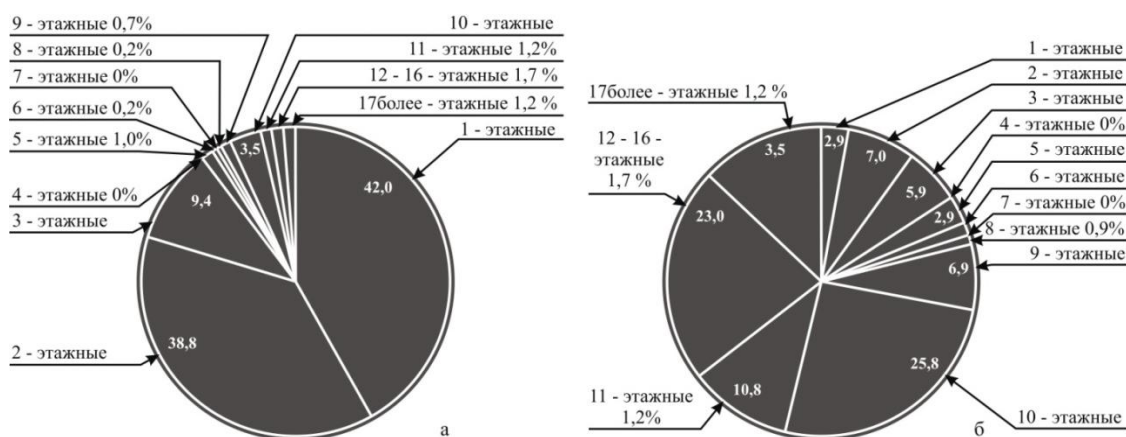


**Рисунок 4. а) Процентное соотношение распределение количество жилых домов по материалам стен за 2012 год г. Томск, б) Процентное соотношение общей площади по материалам за 2012 год г. Томск**

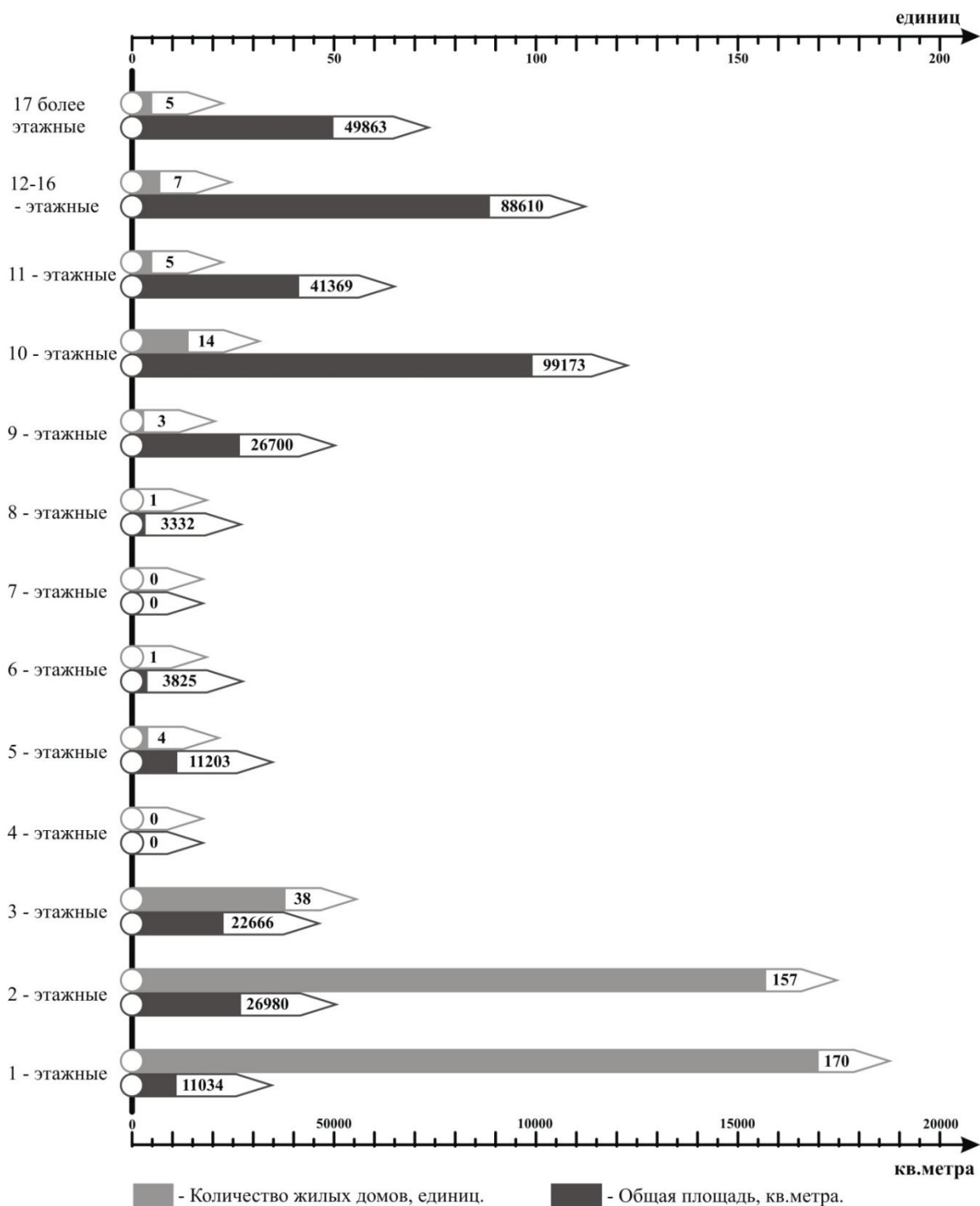
Влияния жилого дома на человека очень велики, это зависит от конструктивного решения, от этажности жилого дома, от внутренней планировки квартиры, от высоты помещения, от площади жилых комнат, от ориентации помещений по частям света, от инсоляции и т. д. Все эти аспекты влияют на психологическое и физиологическое восприятия пространства и влияет на организм человека. При выборе квартиры главные требование, это связь с природой. Оконные проёмы, лоджии и балконы их размеры и ориентации по частям света полностью отвечают за комфорт внутреннего пространства помещения и его эстетический вид. Высота многоэтажного жилого здания приносит ощущение оторванность от земли, ведь человек не птица, уверенно он чувствует себя на земле. Учёными доказано, что дома повышенной этажности испытывают особое воздействия окружающей среды, влияние шума от транспортных магистралей, на большой высоте очень сильные ветровые воздействия на фасады здания и конструктивных элементов, скрежет от которых слышно в квартирах. «В высотном и в малоэтажном домах по-разному формируется микроклимат, тепловой и воздушный режим. Внутренняя планировка квартир может активизировать потоки воздуха (сквозное, угловое проветривание) и тем самым способствовать благоприятной отдаче тепла в жаркие летние дни, или,

наоборот, затруднять эти потоки и создавать нежелательные условия перегрева организма, духоты» [1, с. 38]

Согласно статистическим данным «Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Томской области» в городе Томске были введены в эксплуатацию новостройки. Количество жилых зданий от 1—17 и более этажей с распределением общей площади домов по этажности (включая дома, построенные за счет собственных и заемных средств) за 2012 год Томск. По количеству построенных зданий, превышает одно-двухэтажные жилые дома: одноэтажное — 170 ед., двухэтажное — 157 ед. По общей площади жилые дома: одноэтажные дома — 11034 кв. м., двухэтажные — 26980 кв. м. Здесь преобладает индивидуальное или частное строительство жилых домов. По рисунку 6 заметно, что из видов малоэтажных, домов средней этажности и многоэтажных жилых домов. У застройщиков пользуется популярностью дома от 10 до 17 и более этажей - многоэтажные жилые дома. Общая площадь зданий составляет: 10-этажные — 99173 кв. м., 11-этажные — 41369 кв. м., 12—16-этажные — 88910 кв. м., 17 и более этажные — 49863 кв. м. Малоэтажные и жилые дома средней этажности, в которых проявляются самые благоприятные характеристики жизни человека: психологические, физиологические и микроклиматические. Хотя такие здания не популярны у застройщика в силу малой прибыльности (рис. 5, 6.) [10].



**Рисунок 5. а) Процентное соотношение распределение количество жилых домов по этажности за 2012 год г. Томск, б) Процентное соотношение общей площади по этажности за 2012 год г. Томск**

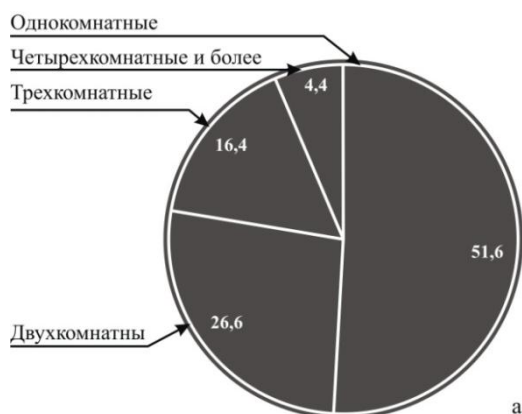


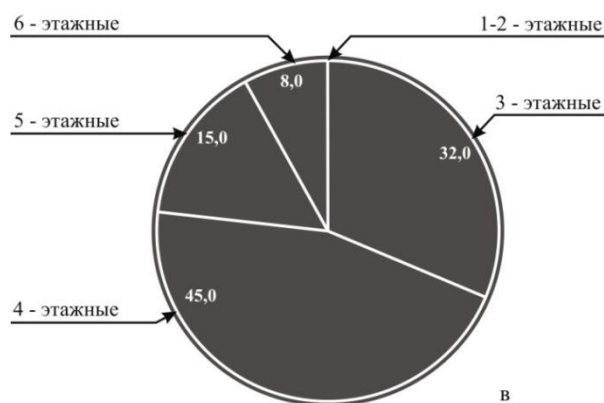
**Рисунок 6. Распределение общей площади домов по этажности (включая дома, построенные за счет собственных и заемных средств) за 2012 год 17 и более этажные г. Томск**

При всевозрастающих объемах строительства в последнее время, можем уже ответить на некоторые вопросы, возникающие в процессе формирования задания для застройщиков. Какие дома строить? Какое же предпочтение своего

«уютного гнездышка» у жителей Томска? Ведь у большинства людей покупка квартиры может быть один раз за всю жизнь.

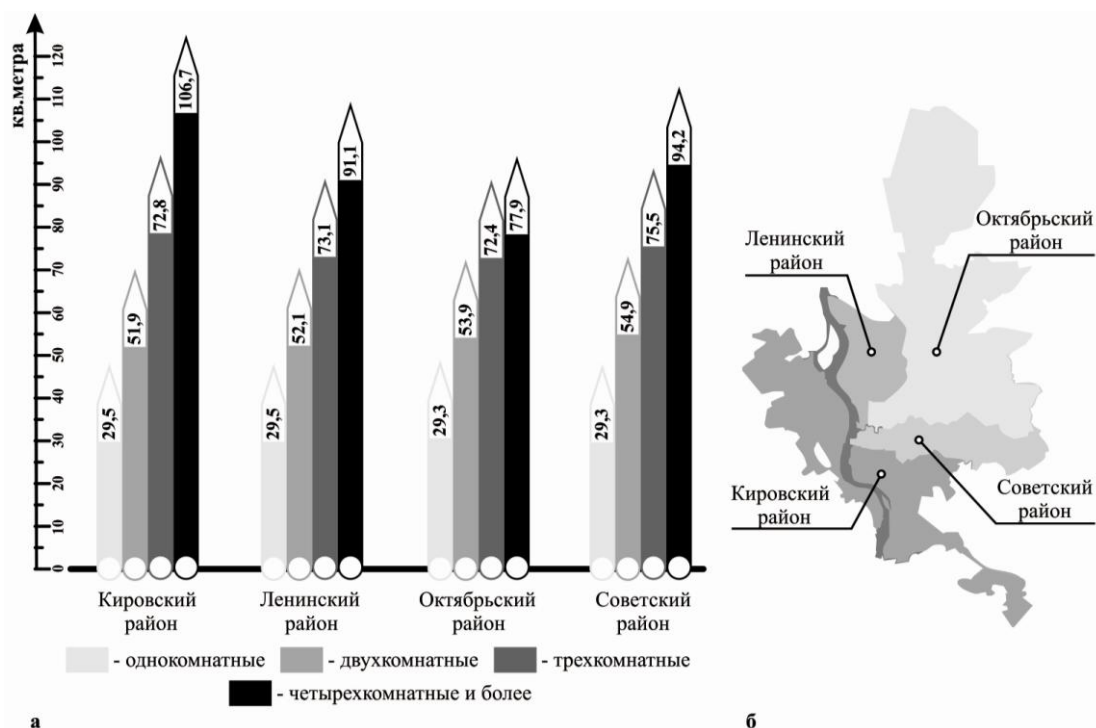
Автором проведен опрос в виде анкетирования. В количестве 15 агентствам по продаже недвижимости Томска, были предоставлены анкеты с рядом вопросов. На какие виды квартир больше спроса? Наиболее покупаемые жилые дома по материалам стен? На каком этаже предпочитают купить квартиру? Наиболее востребованными видами квартир в Томске у граждан стали однокомнатные квартиры. Остальные виды квартир, двухкомнатные, трехкомнатные, четырехкомнатные, по мере прибавление комнат теряют спрос. По статистическим данным, только за один 2011 год покупка однокомнатных квартир увеличилось на 12 %, за период с 2000 по 2011 года поднялся на 35 % (рис. 2) [9]. Зависит ли это от того, что молодые люди не спешат заводить семью или у граждан не хватает средств бюджета, чтобы купить квартиру большей площади и увеличить количества комнат в ней. Это мы можем только предполагать. По выбору материала стен дома, здесь «Томичи» предпочитают панельные жилые здания из-за того, что такая покупка обойдется им дешевле. Об этом было сказала выше в статье. Граждане так же предпочитают, чтобы их жилище было на высоте с 3 по 6 этаж. В данной статье уже говорилось обо всех отрицательных факторах в многоэтажном строительстве жилых домов для человека (рис. 7 а, б, в.).





**Рисунок 7. а) Опрос жилых домов по типу квартир, б) Опрос жилых домов по материалам стен, в) Опрос жилых домов по этажности**

Исследовав базу данных квартир на первичном и вторичном рынке города Томска по данным от компаний «АТК-недвижимость», можно сделать выводы о средней жилой площади предлагаемых к продаже квартир в Томске за первое полугодие 2013 года в зависимости от количества комнат в квартире по районам. В Кировском районе средняя жилая площадь выше по сравнению с остальными районами Ленинского, Октябрьского и Советского (рис. 8) [4].



**Рисунок 8. а) Средняя жилая площадь кв. м. в районах города Томска (данные предоставлены компанией «АТК-недвижимость»), б) Внутригородские административно-территориальные районы Томска**



## Заключение

Авторами настоящей статье поставлены вопросы в выборе планировочных параметров для проектирования энергоэффективных жилых домов. «Энергоэффективное здание включает в себя совокупность архитектурных и инженерных решений, наилучшим образом отвечающих целям минимизации расходования энергии на обеспечение микроклимата в помещениях здания» [7].

Получающиеся параметры для проектирования энергоэффективных жилых домов. Каркасно-блочные дома, являются самые актуальные здания для проектирования. В них используется современные, экологичные и энергоэффективные материалы, что делает эти дома наиболее перспективными для строительства и проживания людей. Энергоэффективных жилых домов, так же достигается современными инженерными технологиями. Этажность жилого дома, предполагается запроектировать пяти или шести этажные, так как они максимально востребованные у граждан нашего города (по данным анкетирования). И так же отвечают всем требованиям: психологическим, физиологическим, гигиеническим, эстетическим. Самые востребованные типы квартир в Томске это однокомнатные квартиры. По статистическим данным, авторы составили процентное соотношение квартир в доме. На один жилой дом приходится: 1-комнатных квартир 50 %, 2-комнатных квартир 40 %, 3-комнатных квартир 9 %, 4-комнатных квартир 1 %.

Энергоэкономичный дом — это такой дом, который экономит расход энергии, на обеспечение микроклимата в помещениях здания, с помощью систем решения. Использование в жилых домах альтернативных источников энергии, как энергия солнечного света и ветра используются для энергоснабжения и нагрева воды, геотермальное тепло земли — для отопления и кондиционирования зданий, энергия воды или гидроэнергетическая энергия для энергоснабжения, биоэнергетическая энергия для энергоснабжения и отопления. Поэтому предполагается привлечение

покупателей и их повышение интерес к данным зданиям, благодаря и применению наиболее востребованных параметров (высотность, материал стен, востребованность типов квартир).

### **Список литературы:**

1. Губернский Ю.Д., Лицкевич В.К. Жилище для человека. М. Стройиздат 1999 г. Ст., М.: Стройиздат, 1991. — 227 с.: ил.
2. Закон РФ «Об основах федеральной жилищной политики» от 24.12.1992 г.
3. Клабер Ю.Г. Перевод с англ. Хауке М.О., Под ред. Блохина А.Н. Проектирование жилища. М.: Госстройиздат, 1960. — 206 с.: ил.
4. Компания «АТК-недвижимость». Проданные квартиры (отчётный журнал компании, формат: xls, выдан на руки). Томск. 2012-2013. — 62 с.
5. Лисициан М.В., Пашковский В.Л., Петунина З.В. [и др.]. Архитектурное проектирование жилых зданий. М.: Архитектура С, 2006. — 448 с.: ил.
6. Недвижимость Томска // Жилая продажа [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.dom70.ru/sellflatbank-1000-1.html> / (дата обращения 12.08.2013).
7. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий. Журнал «АВОК» № 1/1998. — с. 5—13.
8. Табунщиков Ю.А. Экологическая безопасность жилища. Журнал «АВОК» № 4/2007. — с. 4—7.
9. ТДСК (Томская домостроительная компания) [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.tdsk.tomsk.ru/> (дата обращения 15.08.2013).
10. Шадрина М.И. Ввод в эксплуатацию зданий и сооружений застройщиками Томской области за 2012год. Отпечатана в отделе маркетинга Томскстата. Томск, апрель 2013 г., тираж 12 экз. — 72 с. — К-ОКП 95200.

## СЕКЦИЯ 2.

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### ТИПЫ ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БАЗ ДАННЫХ

**Газизуллина Айгуль Акрамовна**

*студент 3 курса, экономического факультета СФ БашГУ,  
РФ, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак  
E-mail: [aigul\\_Gazizullina@mail.ru](mailto:aigul_Gazizullina@mail.ru)*

**Юсупова Расима Разимовна**

*студент 3 курса, экономического факультета СФ БашГУ,  
РФ, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак  
E-mail: [urasima93@mail.ru](mailto:urasima93@mail.ru)*

**Берзина Дина Владимировна**

*научный руководитель, ассистент БашГУ,  
РФ, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак*

В настоящее время все предприятия используют последние достижения в области компьютерных технологий и программного обеспечения. Тенденции современного общества диктуют предприятиям организовывать все информационные потоки в единой информационной системе для организации всех бизнес-процессов предприятия. В основе любой информационной системе лежит баз данных, в которой хранится и обрабатывается вся информация. За последние несколько лет базы данных стали более совершенными и содержат все большие объемы информации, а также изменились операции, связанные с ними. Каждая организация устанавливает свои требования к построению баз данных. Принципы построения отражаются в различных моделях данных.

Под моделью данных понимается совокупность структур данных и операций, позволяющих обрабатывать эти данные. Выделяют 3 основных типа моделей данных: иерархическую, сетевую и реляционную.

Иерархическая модель базы данных — это логическая модель данных, которая представляет собой структуру элементов, связанных в иерархическом порядке, образующих граф типа дерево, направленное ветвями вниз. Под узлами понимают совокупность данных, которые описывают какой-либо объект. Узлы связываются между собой строго в иерархическом порядке: узлы более высокого уровня связываются с узлами более низкого уровня, причем каждый узел на более низком уровне может быть связан только с одним узлом, находящимся на более высоком уровне. Граф типа дерево, получившийся в результате, имеет только одну вершину, которая не подчинена никакой другой и расположена в верхней его части.

Положительными чертами иерархической структуры, являются: простота описания и быстрота запросов. Однако осуществлять поиск нужных данных каждый раз приходится с корня, что порой не всегда удобно, а другого способа перемещения по базе в иерархических структурах нет.

Построим иерархическую модель, отражающую структуру организации изучения дисциплин в вузе. Пример построения представлен на рисунке 1.



*Рисунок 1. Схема иерархической модели*

Из рисунка 1, видно, что модель построена в четкой иерархической последовательности. Корнем является объект «кафедра», от которой идут связи с объектами более низкого уровня: «преподаватель 1», «преподаватель 2», «преподаватель 3». На следующем уровне располагаются дисциплины, которые читают соответствующие преподаватели, далее отражены потоки, которые слушают данные предметы.

Базы данных, имеющие иерархическую структуру, умеют очень быстро находить и выбирать информацию и передавать ее пользователю. Однако на практике иерархическую модель использовать неудобно, поскольку структура иерархической модели данных не позволяет столь же быстро перебирать всю информацию [2].

Следующий появившийся тип модели данных — это сетевая модель. Под сетевой моделью данных понимают логическую модель данных, в которой все объекты могут быть связаны со всеми, т. е. кроме вертикальных связей возможны связи между объектами одного уровня.

Рассмотрим на примере структуры описанной выше, модель сетевой модели (рисунок 2).



**Рисунок 2. Схема сетевой модели базы данных**

Данная модель отличается от иерархической тем, что узлы более низких уровней могут быть связаны с несколькими узлами более высокого уровня, что было невозможно при построении иерархической модели.

Так, на рисунке это отражается в том, одну дисциплину могут читать несколько преподавателей и на одном потоке преподаются несколько дисциплин.

Данная модель обладает рядом преимуществ, которые отсутствовали в иерархической модели, среди них гибкость, универсальность, возможность доступа к данным через значения нескольких отношений. Однако недостатки данной модели оказались намного существеннее при практической реализации. К недостаткам можно отнести сложную структуру памяти, сложную организацию данных, а так же то, что наборы соотношений и структуру необходимо задавать сразу [1].

Для устранения указанных выше недостатков была предложена и разработана реляционная модель, которая основана на реляционной алгебре.

Создатель реляционной модели Э. Кодд, являясь математиком по образованию, предложил для обработки данных использовать аппарат теории множеств. Им было доказано, что любое представление данных можно свести к совокупности двумерных таблиц особого вида, известного в математике как отношение (relation).

Положив теорию отношений в основу реляционной модели, Э. Кодд обосновал реляционную замкнутость отношений и ряда некоторых специальных операций, которые применяются сразу ко всему множеству строк отношения, а не к отдельной строке [2].

Таким образом, в реляционной модели информация представляется в виде прямоугольных таблиц, которые состоят из строк и столбцов. Между таблицами устанавливаются различные типы связей, которые отражают, как объекты соотносятся между собой. Выделяют следующие основные типы связей:



Связь «один к одному» означает, что каждой записи первой таблицы может соответствовать не более одной записи второй таблицы, и каждой записи второй таблицы может соответствовать не более одной записи первой таблицы.

Связь «Один ко многим» является наиболее распространенным видом связи. При этом типе связи каждой записи первой таблицы может соответствовать множество записей второй таблицы, но каждой записи второй таблицы может соответствовать только одна запись родительской таблицы.

Связь «Многие ко многим» означает, что каждой записи первой таблицы может соответствовать множество записей второй таблицы, и каждой записи второй таблицы может соответствовать множество запись первой таблицы. Данный тип связи практически не используется и не поддерживается многими СУБД, поэтому при построении логической модели данных лучше заменять связь «многие ко многим» двумя связями «один ко многим».

Построим реляционную модель описанной выше структуры.



*Рисунок 3. Схема реляционной модели*

В данной схеме выделены 4 основные таблицы, которые связаны между собой: «Кафедры», «Преподаватели», «Дисциплины», «Поток».

В нашем примере для описания ситуации, когда один преподаватель может вести несколько дисциплин и одну дисциплину могут вести разные

преподаватели, необходимо ввести дополнительный объект, с помощью которого мы сможем корректно отобразить данную ситуацию.

Для этого создана таблица «изучение дисциплины», которая отражает связь: какой преподаватель, какую дисциплину, на каком потоке преподает.

Реляционная модель на данный момент является самой распространенной, так как она первая получила математическое описание, и она экономна по части базовых понятий. Первое повлекло возможность тщательного и интенсивного исследования свойств этой модели (немедленно реализованного в обширной литературе), а второе сделало ее привлекательной для программистов и пользователей.

Она обладает следующими преимуществами: простота и доступность, полная независимость данных. Одним из основных преимуществ реляционной модели является ее однородность. Все данные рассматриваются как хранимые в таблицах и только в таблицах. Каждая строка такой таблицы имеет один и тот же формат данных.

К недостаткам можно отнести ограниченность и предопределенность набора возможных типов данных атрибутов, а так же их атомарность (т. е. значения каждого атрибута не являются списками или множествами простых или сложных значений). Это затрудняет применение реляционной модели для некоторых современных приложений. Данные недостатки устраняются в расширении реляционной модели и применении объектно-реляционных СУБД [2].

Таким образом, при помощи различных моделей базы данных, у нас имеются огромные резервы способов хранения и обработки информации. В зависимости от особенностей организации, на каждом предприятии устанавливаются программные продукты, реализующие ту или иную модель базы данных.

## **Список литературы:**

1. Александров Н.Н. Базы данных: Численные методы. Учеб. пособие для вузов / Под ред. Г.М. Соловьева. М.: «Базы данных в экономике», 2008. — 400 с.
2. Базы даны: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ А.В. Кузин, С.В. Левонисов. 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 320 с.
3. Кравченко М.П. Базы данных: Применение в экономике. / Под ред. Е.К. Юнусова. М.: «Базы данных», 2005. — 321 с.
4. Савинова М.Н. Информатика: Применение в экономике. Учеб. пособие для вузов. / Под ред. Я.М. Кашниковой. М.: «Базы данных», 2009. — 400 с.

## **ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ**

*Дуйсенова Молдир Маратовна*

студент 4 курса, факультета информационных технологий,  
кафедра информатики,  
Евразийского Национального Университета имени Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана  
*E-mail: [molya\\_dm@mail.ru](mailto:molya_dm@mail.ru)*

*Абильдинова Гульмира Маратовна*

*научный руководитель, канд. пед. наук, доцент  
Евразийского Национального Университета имени Л.Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана*

В данной статье дается понятие виртуальной лаборатории, приведены примеры их использования в области информатики. Рассмотрены причины необходимые для применения виртуальных лаборатории, которые повышают эффективность обучения в целом.

**Ключевые слова:** виртуальная лаборатория, моделирование объектов, инновационные технологии, виртуально-образовательная среда, дистанционное обучение.

В настоящее время установлено, что современный образовательный процесс становится более эффективным при использовании интерактивных, мультимедиа насыщенных образовательных ресурсов, обеспечивающих активные методы обучения. Наилучшим образом этим требованиям соответствуют образовательные ресурсы и системы виртуальной реальности. Примером таких электронных ресурсов являются виртуальные лаборатории, которые могут моделировать поведение объектов реального мира в компьютерной образовательной среде и помогают учащимся овладевать новыми знаниями и умениями в научно-естественных дисциплинах, таких как химия, физика, математика, информатика, биология.

Одна из целей создания виртуальных лабораторий — стремление к всесторонней визуализации изучаемых процессов, а одна из главных задач —

обеспечение возможности подготовки обучаемого к наиболее полному восприятию и пониманию их сущности.

Виртуальные лаборатории способствуют повышению наглядности, интерактивности, а также формированию познавательной и творческой активности учащихся.

Виртуальные лаборатории, позволяют моделировать объекты и процессы окружающего мира, организовать доступ к реальному лабораторному оборудованию.

Проблемам применения средств информационных компьютерных технологий в образовательном процессе выделены работы В.А. Далингера [1], П.П. Дьячука [2], М.П. Лапчика [3], и др., вопросами создания и использования виртуальных лабораторий занимались ученые: Котеров Д.В., Лесков Н.С., и многие другие.

При создании виртуальной лаборатории необходимо разобраться с вопросом его определения. Анализ различных источников позволил выявить следующее понятие: «Виртуальная лаборатория сложный комплекс задач какой-либо предметной области, предоставляющий ученику виртуальные инструменты для создания и формализации условия задачи, средства ее решения и контроля над действиями учащихся».

Теоретический обзор создания виртуальных лабораторий позволил выделить целый ряд использования виртуальных лабораторий удаленного доступа в образовании:

1. Виртуальная лаборатория «Переливания», специализирована для решения задач, которые основаны на модели переливания (или пересыпания) содержимого между сосудами определенной емкости. Во время решения задач допустимы также «источник» жидкости и «сток» — т. е. сосуды неограниченной емкости, из которых можно наполнять или выливать содержимое «рабочей» емкости. Построение модели включает в себя выбор нужных для решения сосудов, указание их емкости и запись

краткого условия решения задачи. Применяется при изучении тем: «Моделирование. Модель, как отражение существенных свойств реального объекта. Виды моделей. Методы описания моделей, свойства моделей».

2. Виртуальная лаборатория «Переправы». В данной виртуальной лаборатории моделируются моменты переправы некоторых нескольких персонажей на одном пароме, в рамки которых входят некие действующие в данный момент ограничения. Применяется при изучении темы: «Алгоритмы и их исполнители формы записи алгоритмов, блок-схемы».

3. Виртуальная лаборатория «Разъезды». В этой лаборатории главной целью работы по сути является последовательность перевозок, которая обеспечивает ту последовательность, нужную на другой стороне.

4. Виртуальная лаборатория «Взвешивания». Здесь данная модель предназначена для выявления решения двух типов задач на взвешивание:

- разработка алгоритма поиска среди похожих однотипных объектов одного, отличающегося по весу от остальных;
- поиск методом последовательных взвешиваний среди похожих однотипных объектов одного, отличающегося по весу (искомый объект назначается программой случайным образом).

5. Виртуальная лаборатория «Черные ящики». Данная лаборатория предназначена для решения задач на выявление математических операций, совершаемых над числами. Модели присуще понятие «черный ящик» — устройство, имеющее несколько входов и один выход, и формула работы которого неизвестна. Для построения модели решения, нужно выбрать из набора «черных ящиков» тот, который имеет необходимое, по условию задачи, число входов (один, два или три). После этого в поле «исходное состояние» необходимо ввести значения входных переменных. Входы определены буквами латинского алфавита. Числа, соответствующие значениям переменных, вводятся через запятую. Аналогично заполняется поле «конечное состояние».



### **Задачами виртуальной компьютерной лаборатории являются:**

- освоение сложного корпоративного и другого программного обеспечения, выполнение своего цикла задач создания виртуальных серверов: развертывание и настройка программного обеспечения, а также его использования на проблемно-ориентированных практических примерах, позволяющих формировать профессиональные компетенции и развивать конструктивное, аналитическое и системное мышление учащихся;

- организация научно-исследовательских проектов, с привлечением потенциала ведущих ИТ-компаний;

- внедрение в практику учебного процесса университета открытых продуктов и информационных технологий корпорации IBM, предоставляемых школе/университету в рамках программы академической инициативы для профильных предметов/ специальностей и направлений подготовки выпускников;

- выполнение практических заданий в рамках семинарских занятий;

- предоставление возможности удаленного использования корпоративного программного обеспечения и другого программного обеспечения, используемого в учебном процессе, для самоподготовки;

- проведение занятий по повышению квалификации;

- подготовка школьников, студентов и аспирантов к участию в выступлениях на конференциях и конкурсах различного уровня с публикацией результатов научно-исследовательских работ.

### **Применение виртуальных лабораторий позволяет:**

- инициализировать достаточно большой интерес у школьников наряду с доступностью для них;

- способствовать повышению эффективности проведения учебных занятий, усвоению учебных материалов, а также эффективности обучения в целом;

- сократить затраты времени на подготовку к урокам;

- демонстрировать во время урока эксперименты, которые невозможно поставить в реальной жизни;

- организовать индивидуальный подход к обучаемым.

Виртуальный эксперимент может быть организован следующим образом:

- на базе математической модели исследуемого процесса. В ходе эксперимента происходит имитация работы реального лабораторного оборудования. У обучающегося складывается впечатление, что он работает с реальными приборами и оборудованием (или их макетами).

- на базе реального или промышленного оборудования с возможностью удаленного доступа (например, по каналам сети Интернет) к исследуемому объекту. В данном случае эксперимент проводится в реальном режиме времени на лабораторной установке. Обучающийся получает возможность устанавливать разные режимные характеристики, включать/отключать соответствующие механизмы, снимать данные с контролируемых приборов и сохранять их у себя на компьютере для следующей обработки.

Виртуальная лаборатория может быть организована для локального использования или сетевой вариант.

Одним из самых важных вопросов разработки виртуальной лаборатории является создание навигационной системы, удобной для обучающегося. Она должна обеспечивать три основных показателя:

Первый, ориентация учащегося в пределах данной лаборатории с однозначной идентификацией того места, куда он попал.

Второй, особое отражение тех мест лаборатории, в которых обучающийся уже побывал. Для этого, в основном, применяется выделение посещенных ссылок другим цветом.

Третий, обеспечение возможности учащемуся посетить те места лаборатории, где он ранее не был. Для того, чтобы это обеспечить данный показатель навигации самым важным является четкое и адекватное представление общей структуры всей виртуальной лаборатории.

Наиболее распространенные три навигационные стратегии: в ширину (отображение верхних уровней структуры), в глубину (отображение полного пути к данной странице по структуре лаборатории) и смешанная.

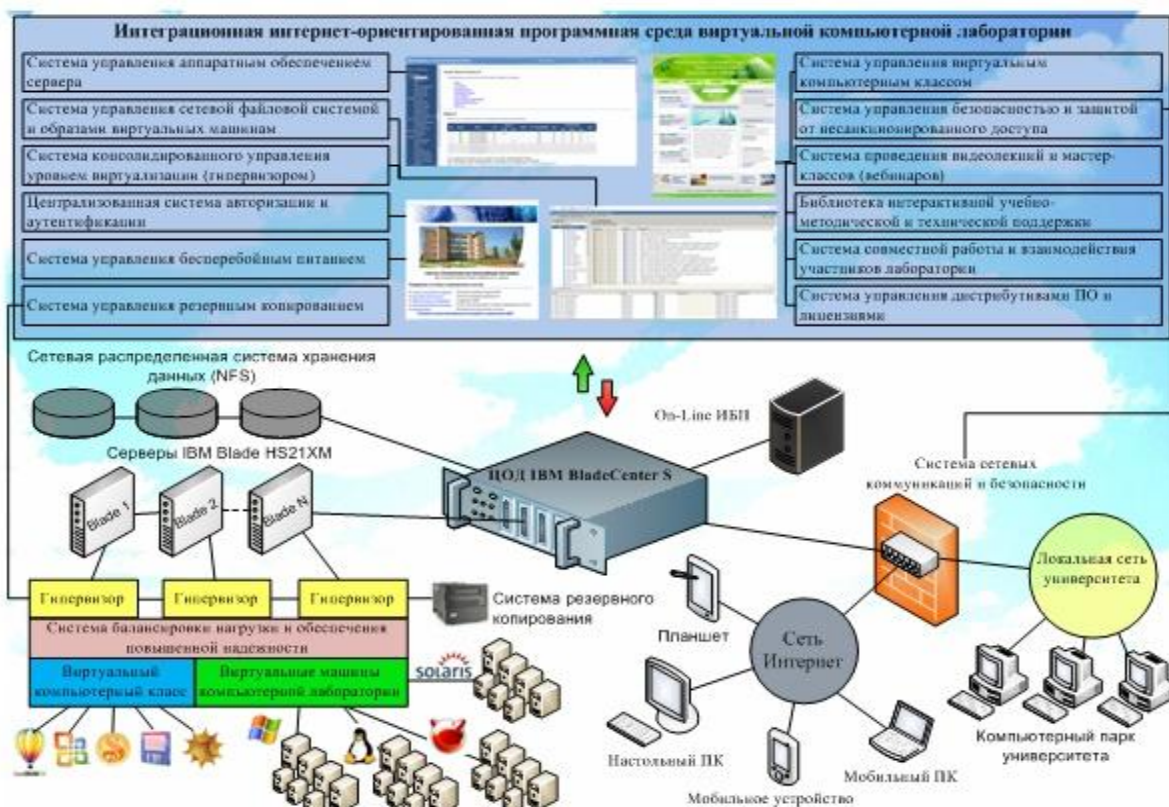
Организация хорошей навигации может быть обеспечена только при четкой информационной архитектуре виртуальной лаборатории. Как правило, она носит иерархический характер. При разработке информационной архитектуры определяющую роль должна играть проблема обеспечения информационного удобства обучающегося при работе в ДАННОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ.

Такой сервис как «поиск» значительно упрощает навигацию обучающегося при попытке отыскать необходимую информацию. Функция поиска должна четко определять область, в которой осуществляется поиска информации, а также быть легко доступна на любой странице лаборатории. Нужно предусмотреть возможность расширенного поиска по другим похожим лабораториям, сайтам или известным информационно-поисковым системам.

Рассмотренные формы информационного наполнения виртуальной лаборатории позволят создать полноценный законченный проект, использование которого в учебном процессе будет удобно и интересно как ученику, так и учителю (Рисунок 1).

Проведенный анализ позволил нам выявить ряд причин необходимости использования виртуальных лабораторий в области информатики:

- виртуальные лаборатории можно демонстрировать в классе во время проведения занятий, как дополнительный материал для изучения.
- использование виртуальных лабораторий повышает интерес учащихся к изучению дисциплины.
- повышает эффективность обучения в целом, предусматривает как групповой, так и индивидуальный подход учащемуся.



**Рисунок 1. Интеграционная интернет-ориентированная программная среда виртуальной компьютерной лаборатории**

### Список литературы:

1. Далингер В.А., Информационные технологии как компонент предметного содержания подготовки магистров математического образования// XII международная конференция-выставка «Информационные технологии в образовании» («ИТО-2002») 4—8 ноября 2002 г., г. М.
2. Дьячук П.П., Лариков Е.В. Применение компьютерных технологий обучения в средней школе. КГПУ, 1998. — С. 167.
3. Лапчика М.П., ИКТ-компетентность педагогических кадров. Монография. ОмГПУ.
4. Шанина Т.А., «Виртуальные лаборатории в образовательном процессе» МОУ Борисоглебская СОШ.

## **ПОНЯТИЕ МОБИЛЬНЫХ ВИРУСОВ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ**

***Зубровский Геннадий Борисович***

*студент 4 курса, кафедра информационной безопасности  
и программной инженерии РГСУ,  
РФ, г. Москва*

*E-mail: [gena\\_zubrovskiy@mail.ru](mailto:gena_zubrovskiy@mail.ru)*

***Сиротский Алексей Александрович***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой  
информационной безопасности и программной инженерии Российского  
государственного социального университета,  
РФ, г. Москва*

В настоящее время очень актуальна проблема защиты информации. Информация как продукт может продаваться, или покупаться, в связи, с чем мы можем сказать, что она имеет свою стоимость. Показатель стоимости может варьироваться в различных пределах, и когда мы говорим об информации, которая может принести высокую прибыль, здесь и возникает проблема, связанная с ее защитой. Говоря о защите, мы можем выделить два основных момента, это потеря ценности информации или ее исчезновение с устройств хранения данных. Первый момент связан с халатностью владельцев, обладающих какой либо информацией. Вторым моментом чаще всего происходит из-за сбоев аппаратной части устройств, на которых хранятся данные, или же из-за вирусов, проникших в те или иные устройства. В своей статье хочу рассмотреть угрозы для мобильных устройств и способы защиты от них.

В наш век мобильных технологий человек не представляет свою жизнь без любимого гаджета, функциональность которого зависит только от желания и размера кошелька. С ростом проникновения смартфонов — миллионы абонентов операторов связи во всем мире подвергаются атакам вредоносного программного обеспечения, вследствие чего теряют огромные суммы. Однако не все обладатели этих устройств осознают реальный масштаб угроз. Нужно

помнить, что смартфон — это полноценный компьютер, который находится под управлением операционной системы. Наиболее популярные платформы для данных устройств: Apple iOS, Google Android, Windows Phone, BlackBerry.

Одной из лидирующих платформ мобильных устройств является Android, именно она представляет особый интерес для киберпреступников. Для данной платформы пишется около 97 % от всех существующих образцов вредоносного программного обеспечения для мобильных устройств.

### **Понятие мобильного вируса**

Мобильный вирус — это небольшая программа, которая предназначена для вмешательства в работу мобильного устройства (смартфона, планшета), посредством записи, повреждения или удаления личных данных. Распространяются мобильные вирусы через каналы связи (SMS/MMS, Bluetooth, интернет).

Основная цель мобильных вирусов, как и компьютерных — это получение персональной информации, которую можно продать, или использовать в личных нуждах. Однако по сравнению с обычными компьютерами цена ущерба от вирусов для мобильных устройств может быть более высокой. Связанно это с тем, что пользователь хранит в телефоне огромное количество персональной информации (номера телефонов, данные различных аккаунтов и почты, фото), кроме того, вирусы имеют возможность отправлять SMS и звонить на платные номера.

Первый настоящий мобильный вирус — Cabir был разработан 14 июня 2004 года, группой вирусописателей. Cabir — приложение (червь), вред от него заключался в рассылке своей копии по каналу Bluetooth, что приводит к быстрому разрядки батареи устройства. Предназначался для мобильных устройств, работающих под управлением операционной системы Symbian OS. Был разработан в целях демонстрации принципиальной возможности существования мобильных вирусов.

Вирус Cabir постоянно сканирует эфир в поиске новых жертв. При обнаружении потенциального «клиента» зараженное устройство отправляет ему файл caribe.sis объемом 15 кбайт. Для абонента это выглядит так: на экране появляется предложение принять некое письмо, и, если пользователь дает согласие, на его телефон пересылается файл с вирусом, после чего система спрашивает разрешения установить программу под названием Caribe. Если и на этот вопрос следует утвердительный ответ, червь устанавливается в систему, для верности копируя себя сразу в несколько директорий.

### **Направления развития мобильных вирусов**

Существует несколько направлений развития вирусов, по которым действуют вирусописатели.

#### **1. Кража персональной информации**

В данном случае вирусы собирают персональные данные, имеющиеся в телефоне (контакты, пароли, параметры учетных записей, например Google Play или AppStore). Вся информация, полученная вирусом, отправляется на сервер злоумышленников, где используется по их усмотрению. Один из самых серьезных вирусов такого плана — Android.Geinimi. Попадая в систему, он определяет местоположение смартфона, загружает файлы из Интернета, считывает и записывает закладки браузера, получает доступ к контактам, совершает звонки, отправляет, читает и редактирует SMS-сообщения.

#### **2. Отправка платных SMS-сообщений и звонки на «партнерский номер» без ведома владельца**

В данном случае за отправку сообщения или за звонок списывается серьезная сумма средств с лицевого счета владельца телефона. Разумеется, деньги попадают в руки злоумышленников. Из самых известных подобных угроз можно назвать Android.SmsSend, а также давно известные RedBrowser



и Webster для Java-платформы. Они маскируются под различные полезные программы, вызывая тем самым доверие у пользователя.

### 3. Мошенничество посредством использования систем интернет-банкинга

В данном случае вирус открывает доступ к мобильному приложению для работы с банком или соответствующему веб-сайту, либо перехватывает SMS-сообщения, передаваемые пользователю от систем интернет-банкинга. На мой взгляд, последствия очевидны, это подписка абонента на дорогостоящие контент-услуги или списывание суммы с банковских счетов, блокируя входящие SMS-запросы от банка и скрытно отправляя подтверждающие SMS о переводе денежных средств.

Выделим основные причины распространения мобильных вирусов:

- уязвимость программного обеспечения;
- низкий уровень «мобильной» грамотности;
- отношение владельцев мобильных телефонов к мобильным вирусам, как к проблеме будущего;
- любопытство (что будет, если я запущу этот файл/игру/программу);
- несоблюдение элементарных правил безопасности.

### **Краткий обзор мобильных вирусов**

Приведем небольшой обзор мобильных вирусов.

Comwar — это очень дорогой мобильный вирус. Он рассылает свои копии путем MMS-сообщений. Такой мобильный вирус опасен для вашего кошелька только в том случае, когда вы подключили услугу GPRS, потому что без подключения — вирус не может отправлять ничего. Он, конечно, будет пытаться сделать это, но каждый раз будет остановлен сообщением о том, что подключение к сети не удалось, проверьте настройки подключения. Однако когда у вас всегда подключен GPRS-расходы будут колоссальными.

Commwarrior — MMS-червь. Распространяется через MMS и Bluetooth. Рассылает MMS-сообщения без ведома владельца. Быстро «сажает» аккумулятор.

Flexispy — первый полнофункциональный шпион, цена которого на сайте создателей составляла 50\$: устанавливает тотальный контроль над смартфоном и отправляет злоумышленнику информацию о совершенных звонках и отправленных SMS.

Fontal — этот мобильный вирус, попадая в память смартфона, изменяет шрифты.

Locknut — этот вирус заменяет некоторое количество файлов смартфона неработоспособными файлами. В результате этого после выключения телефона (например, при разрядке батареи) летит прошивка. И вам остается только навестить специалистов сервис-центра.

Metal Gear Solid — маскируется под установочный файл игры, после активации ищет и отключает антивирусные программы, после чего становится проблематичным вылечить телефон.

Mosquit — данный вирус маскируется под игру для телефона, при его запуске начинает рассылать SMS – сообщения.

Ozicom — после установки меняются иконки, все надписи под ними на иврите.

Pbstealer — вредоносное приложение, которое похищает ваши личные данные (данные записной книги) и пытается отправить их через Bluetooth.

Sculler — повреждает записную книжку телефона, в связи, с чем все номера придется набирать вручную. Быстро блокирует почти все функции мобильного, остается только возможность использования голосовых операций. Имеется возможность замены всех пиктограмм меню телефона на свои пиктограммы (обычно в виде черепов).

Trojan-SMS.J2ME.RedBrowser — троян, может заражать практически все существующие модели мобильных телефонов (включая обычные мобильники).

## **Мобильные антивирусы**

Теперь поговорим о методах защиты от вирусов. На сегодняшний день большинство разработчиков антивирусов для персональных компьютеров стали выпускать мобильные версии антивирусов. Проблемы современных киберугроз решаются мобильными версиями антивирусов «Лаборатории Касперского», "Dr.Web" и других известных производителей антивирусного программного обеспечения.

Существуют также и сетевые решения операторов связи, позволяющие обойтись без установки антивируса на смартфон. Например, сетевая версия антивируса МТС при выходе в интернет с мобильного устройства блокирует зараженные веб-страницы непосредственно на операторском оборудовании. Таким образом, обеспечивается защита на более высоком аппаратно-программном уровне, разработанном по стандартам информационной безопасности для крупных предприятий, финансовых и банковских учреждений.

Проведем сравнительный анализ пяти крупнейших антивирусных компаний:

1. AVG Mobilation Anti-Virus Pro;
2. BitDefender Mobile Security;
3. Dr.Web Mobile Security;
4. Kaspersky Mobile Security;
5. Norton Mobile Security.

Выделим категории для сравнения данных антивирусных программ.

1. Фильтр звонков и SMS.
2. Антивирус.
3. Техническая поддержка.
4. Антивор.

Таблица 1.

## Фильтрация звонков и SMS

Критерии	AVG Mobilation Anti-Virus Pro	BitDefender Mobile Security	Dr.Web Mobile Security	Kaspersky Mobile Security	Norton Mobile Security
“Белый” / “Черный” список номеров	-	-	+	+	+
“Белый”/ “Черный” список SMS/MMS	-	-	+	+	+
Блокировка буквенных номеров	-	-	-	+	-
Функция “Всегда разрешать звонки и SMS для номеров из контактов”	-	-	+	+	-

Таблица 2.

## Антивирус

Критерии	AVG Mobilation Anti-Virus Pro	BitDefender Mobile Security	Dr.Web Mobile Security	Kaspersky Mobile Security	Norton Mobile Security
Антивирусный монитор (защита в реальном времени)	+	+	+	+	+
Сканирование по требованию	+	+	+	+	+
Сканирование по расписанию	+	-	-	+	+
Сканирование отдельных файлов и директорий	+	-	+	+	-
Сканировать SD- карту при подключении	-	+	+	-	-
Веб - защита (блокирование доступа к зараженным сайтам)	+	+	-	-	+
Карантин	-	-	+	-	-

Использование «облачных» технологий	-	+	-	+	+
Автоматическое обновление антивирусных баз	+	+	+	+	+

*Таблица 3.*

### Техническая поддержка

Критерии	AVG Mobilation Anti-Virus Pro	BitDefender Mobile Security	Dr.Web Mobile Security	Kaspersky Mobile Security	Norton Mobile Security
Руководство пользователя	-	+	+	+	+
Техническая поддержка (через личный кабинет/электронную почту)	+	+	+	+	-
Обучающая информация о продукте на сайте производителя	+	+	+	+	-
Форум	+	+	+	+	+
Поддержка по телефону	+	+	+	+	+

*Таблица 4.*

### Антивор

Критерии	AVG Mobilation Anti-Virus Pro	BitDefender Mobile Security	Dr.Web Mobile Security	Kaspersky Mobile Security	Norton Mobile Security
Блокирование / Разблокирование телефона (через сайт/SMS)	+(сайт)	+(сайт)	+(SMS)	+(SMS)	+(сайт и SMS)
GPS поиск (через сайт/SMS)	+(сайт)	+(сайт)	+(SMS)	+(SMS)	+(сайт и SMS)
Авто - блокировка при смене SIM	-	-	+	+	+
Авто-получение нового номера телефона (на телефон/е-мэйл)	-	-	+(На доверенные номера)	+(на телефон, на e-mail)	-

Удаленное удаление всех данных	+ (SMS)	+ (сайт)	+ (SMS)	+ (SMS)	+ (SMS)
Удаленное удаление выбранных данных	-	-	-	+ (личные данные, директории)	-
Удаление данных после определенного количества неверно введенных паролей	-	-	+ (после 10 попыток)	-	+ (после 10 попыток)
Удаленный снимок камерой	-	-	-	-	+ (сайт)
Список доверенных телефонов	-	-	+ (до 5 номеров, сброс пароля, команды без пароля)	-	+ (до 3 номеров, могут сбросить пароль и выполнить любые действия)
Удаленное включение мелодии для нахождения телефона	+ (сайт)	+ (сайт)	+ (SMS)	-	+ (SMS)
Настройка текста на экране блокировки	+	+	+	+	+ (при блокировке через сайт)

Из приведенного анализа можно сделать вывод, что наилучшими антивирусами на сегодня являются Dr.Web Mobile Security и Kaspersky Mobile Security.

Представленное исследование показало, что большинство антивирусов включает в себя фиксированный набор компонентов безопасности:

- антивирусное ядро (сканер и монитор);
- антивор;
- фильтрацию звонков и SMS.

### **Заключение**

В заключение хотелось бы немного оснастить абонентов сотовой связи. Эксперты считают, что на сегодняшний день количество мобильных вирусов

ещё не достигло критической точки и опасность заражения телефона довольно мала по сравнению с обычными компьютерными «инфекциями». Пока что вирусы для мобильных телефонов ещё не стали настоящим бедствием. Однако не стоит терять бдительность. Ведь технологии мобильной связи стремительно развиваются, а вместе с ними, естественно, развиваются и вирусы для сотовых телефонов. Поэтому остается еще раз призвать проявлять осторожность при обращении с вашим мобильным телефоном — и тогда наверняка проблема мобильных вирусов не будет представлять для вас ничего страшного.

Также в заключение хочется выделить список правил обращения с мобильными устройствами, чтобы избежать возможности заражения вирусами.

1. Пользуйтесь антивирусными программами.
2. Необходимо соблюдать осторожность при установке всевозможных приложений на ваш смартфон.
3. Не держите Bluetooth постоянно включенным, или используйте скрытый режим.
4. Не запускайте незнакомые программы.

### **Список литературы:**

1. Защита от мобильных вирусов [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.utro.ru/articles/2013/10/29/1153228.shtml> (дата обращения 20.11.2013).
2. История мобильных вирусов [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://andromania.org/2011/02/13/mobil-nye-virusy.html> (дата обращения 21.11.2013).
3. Мобильные вирусы [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ferra.ru/ru/mobile/s26687/> (дата обращения 18.11.2013).
4. Список мобильных вирусов [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://netler.ru/pc/mobi-vir.htm> (дата обращения 18.11.2013).
5. Сравнение антивирусных программ [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.anti-malware.ru/compare> (дата обращения 20.11.2013).



## **НОРМАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В MICROSOFT ACCEESS**

***Салмиярова Мария Юрьевна***

*студент 2 курса, экономического факультета СФ БашГУ,  
РФ, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак  
E-mail: [msalmiyarova@mail.ru](mailto:msalmiyarova@mail.ru)*

***Юсупова Расима Разимовна***

*студент 3 курса, экономического факультета СФ БашГУ,  
РФ, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак  
E-mail: [urasima93@mail.ru](mailto:urasima93@mail.ru)*

***Берзина Дина Владимировна***

*научный руководитель, ассистент БашГУ,  
РФ, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак*

Информационное обеспечение является основой любой информационной системы. В первую очередь это связано с большими объемами информации и вопросами ее структурирования, хранения и быстрого доступа к необходимым данным. Проектирование баз данных помогает решить эти проблемы и в настоящее время является быстро развивающейся отраслью.

Так как база данных является совокупностью данных, отражающих состояние системы и их отношение к определенной предметной области, то при создании и разработке баз данных следует делать упор на достоверности и непротиворечивости содержащихся данных. Эти свойства должны непременно сохраняться в процессе работы с базами данных.

Для поддержания баз данных (БД) в надежном состоянии используются средства поддержки целостности. Они применяются как на этапе проектирования (статистические) так и в процессе работы с БД (динамические). Смысл этих ограничений прост: каждый факт, хранимый в БД, должен храниться один-единственный раз, поскольку дублирование может привести к несогласованности между копиями одной и той же информации. Устранение избыточности данных является одной из важнейших задач при проектировании БД и обеспечивается нормализацией.

Нормализация — это ограничения на формирование таблиц, которые позволяют устранить дублирование, обеспечивают непротиворечивость данных и уменьшает трудозатраты на ведение базы данных [1, с. 21]. Смысл процесса нормализации состоит в разложении исходных отношений БД на более простые.

При использовании ненормализованных таблиц возникают проблемы, приводящие к нарушению целостности данных:

- Избыточность данных: в нескольких записях таблицы повторяется одна и та же информация.
- Аномалия обновления: несоответствие информации возникающее, если исправление вносится не во все записи.
- Аномалия удаления: возникает при удалении записей из ненормализованной таблицы.
- Аномалия ввода: возникает при добавлении в таблицу новых записей [2, с. 27].

Нормальная форма определяется совокупностью требований, которым должно удовлетворять отношение. Нормальные формы обладают следующими свойствами:

- Каждая следующая нормальная форма лучше предыдущей нормальной формы.
- При переходе к следующей начальной форме свойства предыдущих форм сохраняются [2, с. 26].

Выделяют следующие нормальные формы:

- первая нормальная форма;
- вторая нормальная форма;
- третья нормальная форма;
- нормальная форма Бойса-Кода;
- четвертая нормальная форма;
- пятая нормальная форма.

Для нормального функционирования база данных должна удовлетворять как минимум первым трем нормальным формам. Рассмотрим их более подробно.

### Первая нормальная форма

Переменная отношения находится в первой начальной форме, если все его атрибуты имеют единственное значение [1, с. 22].

Например, задано следующее отношение:

**Поставка** (*Поставщик*, Фамилия, Город, Регион, Детали, Названия\_деталей, Количество).

Это отношение не находится в первой начальной форме, так как атрибут *Детали* подразумевает возможность наличия нескольких деталей в записи, относящейся к какому-то конкретному поставщику.

Введем новый атрибут *№\_детали* который не будет допускать наличия нескольких деталей в одной записи.

Атрибуты с повторяющимися значениями переведем в новые атрибуты, которые не будут допускать наличия нескольких значений в одной записи. Так атрибут *Детали* заменит атрибутом *№\_детали*, а *Поставщик* заменим *№\_поставки*.

В результате получим новую сущность:

**Поставка** (*№\_поставщика*, ФИО, Город, Регион, *№\_детали*, Цвет, Название, Количество).

После приведения таблицы к первой начальной форме, функциональные зависимости будут выглядеть как на рис. 1.

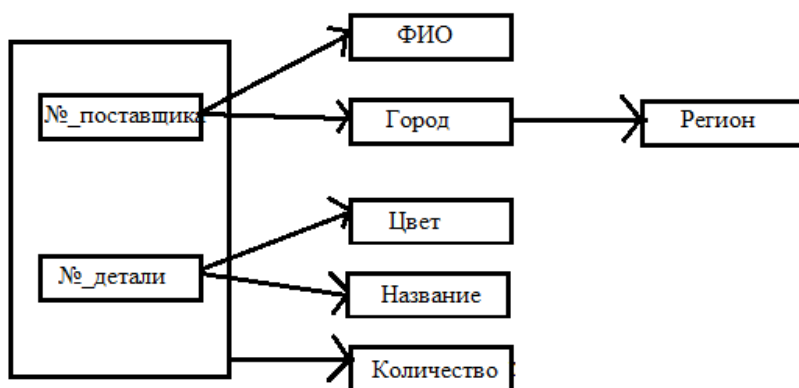


Рисунок 1. Результат приведения к первой нормальной форме

## Вторая нормальная форма.

Переменная отношения находится во второй нормальной форме, если она уже находится в первой форме, и каждый его описательный атрибут зависит от ее потенциального ключа [1, с. 23].

Вторая нормальная форма не допускает наличие не ключевых атрибутов, не зависящих от потенциального ключа.

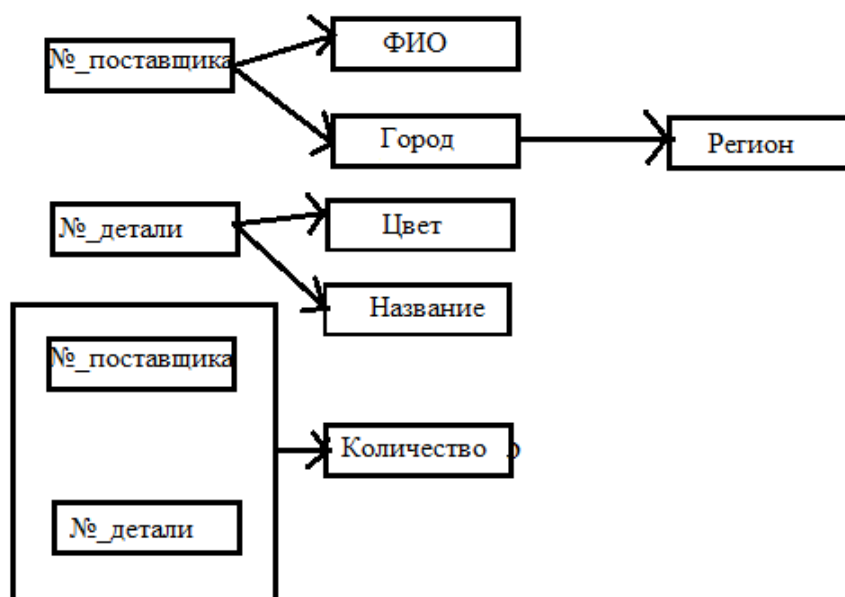
Определение второй начальной формы для нашего примера не соблюдается, так как первым ключом является {№\_Поставщика, №\_Детали}, а атрибут *Количество* зависит от отдельных частей первичного ключа. Нам необходимо разбить таблицу так, чтобы левые части функциональных зависимостей стали первичными ключами новых таблиц. В результате выделяются три взаимосвязанные сущности:

**Поставщик** (№\_поставщика, ФИО, город, регион);

**Деталь** (№\_детали, название, цвет);

**Поставки** (№\_поставщика, №\_детали, количество).

Тогда функциональная зависимость примет следующий вид, представленный на рисунке 2.



*Рисунок 2. Результат приведения ко второй нормальной форме*

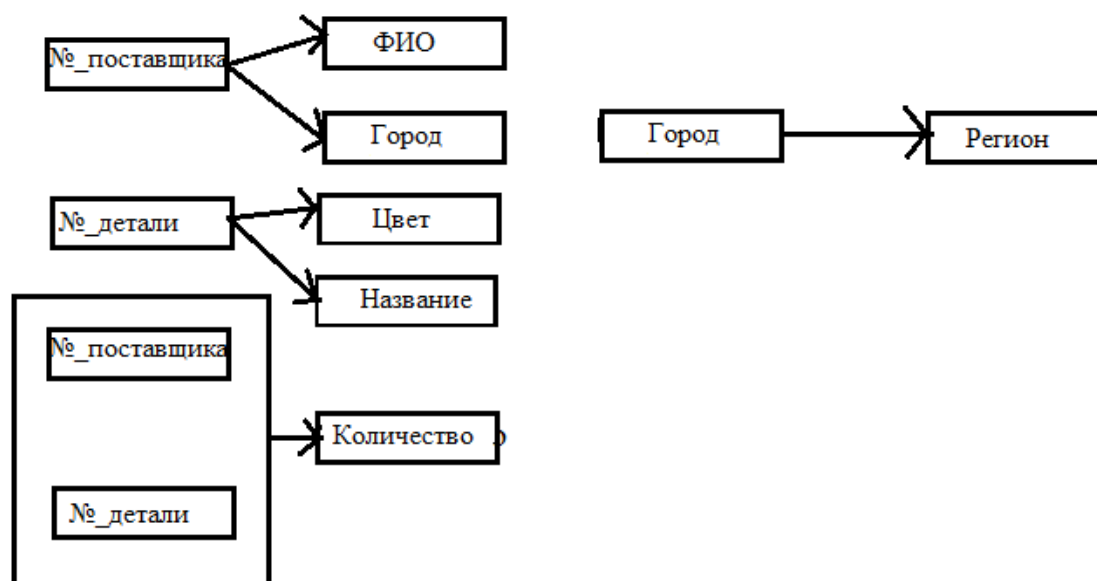
### Третья нормальная форма.

База данных находится в третьей нормальной форме, если она уже находится во второй нормальной форме, и каждый не ключевой столбец не зависим друг от друга [1, с. 23].

Третья нормальная форма нарушается, если изменения значения в одном столбце влекут за собой изменения в другом столбце.

В нашем случае, атрибуты *Город* и *Регион* находятся в транзитивной зависимости, поэтому сущности, функциональные структуры которых отображены на рисунке 2, не находятся в третьей нормальной форме.

Необходимо продолжить разбиение таблиц и привести функциональную зависимость к следующему виду, отображенному на рисунке 3, что обеспечит нахождение таблицы в третьей нормальной форме.



**Рисунок 3. Результат приведения к третьей нормальной форме**

В результате выделяются четыре взаимосвязанных сущности:

**Поставщик** (*№\_поставщика*, ФИО, город).

**Деталь** (*№\_детали*, название, цвет).

**Поставки** (*№\_поставщика*, *№\_детали*, количество).

## **Регионы (Регион, город).**

Можно сделать вывод, что процесс нормализации подразумевает предварительное проектирование базы данных, затем приведение каждой таблицы сначала к первой нормальной форме. После этого полученная таблица приводится ко второй нормальной форме, затем к третьей. По завершению этих шагов можно сказать, что база данных нормализована и готова к нормальному функционированию.

## **Список литературы:**

1. Базы даны: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ А.В. Кузин, С.В. Левонисов. 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 320 с.
2. Базы данных: Учебно-методическое пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки «010400.62 — Прикладная математика и информатика», «010500.62 — Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», «050100.62 — Педагогическое образование» (профиль подготовки — математика)/Авт.сост. Г.Я. Хусаинова. Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2013. — 68 с.
3. Дейт К.Дж. Введение в системы базы данных, 8-е издание.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 1328 с.

## ПРОЕКТ «МОБИЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА КАИТ 20»

**Уляшев Олег Александрович**  
студент 3 курса, кафедра ИБ КАИТ 20,  
РФ, г. Москва  
E-mail: [oleg5991@gmail.com](mailto:oleg5991@gmail.com)

**Котляров Михаил Александрович**  
студент 3 курса, кафедра ИБ КАИТ 20,  
РФ, г. Москва  
E-mail: [miha\\_kotlyarov@mail.ru](mailto:miha_kotlyarov@mail.ru)

**Попов Сергей Викторович,**  
научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент ГБОУ СПО КАИТ № 20,  
РФ, г. Москва

Появление планшетных компьютеров и иных мобильных устройств объективно приводит к осознанию расширения возможностей электронного образования. А именно, мобильные свойства и выразительные возможности этих устройств позволяют поднять уровень электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по сравнению с имеющимися технологиями создания ЭОР. В настоящее время ЭОР для мобильных устройств еще не стали повседневностью в силу их сравнительно небольшой истории. Но будущее за ними, что согласуется с общей тенденцией расширения информационных возможностей современного общества. Кроме того, с каждым годом увеличивается доступность планшетных компьютеров, и сейчас средний планшетник вполне может позволить себе студент, озабоченный эффективностью приобретения новых знаний и, тем самым, занятием на рынке труда более достойного места.

Еще несколько лет назад человек не мог себе представить, что информационные технологии шагнут так далеко, а прогресс станет настолько очевидным, что не замечать его стремление просто невозможно. С каждым годом в информационной сфере увеличивается количество новых технологий. Мало того, от сделанного открытия до внедрения основанной на нем новой технологии проходят месяцы, что увеличивает результативность



труда работников в информационной сфере. Поэтому спрос на работников в информационных проектах растет, а это значит, что работодателям и руководителям требуются все более и более высокоспециализированные, хорошо обученные люди с положительным, доброкачественным опытом работы. В связи с этим, мы хотим представить вам нашу разработку.

Исходя из необходимости снабжения студентов СПО качественными ЭОР, которые обладают, к тому же новыми потребительскими качествами, в ГБОУ СПО КАИТ № 20 (Москва) в настоящее время реализуется проект «Электронная мобильная библиотека КАИТ № 20». В рамках этого проекта разрабатываются ЭОР для мобильных устройств, пользуясь созданной специально для этого оригинальной платформой. Последняя существенно повышает эффективность разработки подобных ЭОР за счет предусмотренной в ней автоматизации большинства рутинных операций, которые требуются при оформлении имеющейся заготовки учебного с целью получить качественный электронный учебник.

Говоря о технических сторонах продукта, необходимо отметить следующее. В созданной платформе автор учебного или методического пособия может работать с материалом: копировать необходимые фрагменты текста, переносить в учебник графический материал, вносить в учебник контрольно-измерительный материал, делать заметки, создавать закладки, регулировать яркость и многое другое. В представляемом проекте уже реализовано более 20-ти книг, что делает его уникальным и востребованным, так как по этим учебникам реально учатся студенты колледжа.

Проект реализуется в рамках «Студенческого конструкторского исследовательского бюро» (СКИБ), которое функционирует уже много лет в ГБОУ СПО КАИТ № 20.

Достоинства ЭОР для мобильных приложений следующие.

1. Возможность обучения практически в любом месте — дома, в учебной аудитории, в общественном транспорте, в самолете, а также в любом удобном для пользователя месте.

2. Широкие выразительные возможности, которые предоставляют мобильные устройства в силу развитости их графических средств, вычислительной мощности и общей универсальности.

3. Расширенные возможности мониторинга знаний и навыков путем тестирования или выполнения упражнений, что возможно в силу удачно спроектированной платформы для разработки мобильных ЭОР.

4. Интерактивное взаимодействие с ЭОР, что обеспечивается широкими графическими возможностями мобильного устройства, поддержанными платформой.

В настоящий момент имеется несколько ЭОР, реализованных в рамках упомянутого проекта. Это учебные пособия по дисциплинам: Разработка информационных систем, Базы данных, Психология, Английский язык и так далее. В том числе, в завершающей стадии разработки, находится оригинальный учебник по Математике для начального, развивающего обучения.

Создание мобильной библиотеки с помощью представляемой платформы имеет много преимуществ, относящихся к процессу реализации учебных пособий. Действительно, издать учебное пособие в обычной форме через издательство для преподавателя практически невозможно в силу различных, в том числе и субъективных требований, которые выставляют издательства. И даже, если учебник принят издательством, то требуется пройти длинный путь составления различных договоров, согласований и редактирования текста, чтобы были удовлетворены все требования к учебнику. Сейчас существуют более простые способы издательства рукописи учебника или пособия, но, как правило, они отличаются крайней дороговизной.

В противоположность этому, используя представленную платформу, удастся получить продукт со следующими потребительскими качествами: эстетичный, мобильный, удобный, грамотно оформленный, пробуждающий мотивацию к обучению (что в наше совсем непростое время немаловажно),

позволяющий вносить редакторскую правку автору труда по мере необходимости. В результате, каждый преподаватель сможет легко выпустить собрание своих сочинений, пополняя и редактируя его по мере корректирования учебной программы.

Тем самым, проект: «Мобильная библиотека КАИТ № 20» позволяет говорить о новом поколении электронных учебников, пособий, практикумов, включающие в себя теоретический материал, упражнения, примеры, проверочные тесты, имеющие эстетичное оформление, и многое другое. В настоящее время проект направлен на использование платформы для создания учебников на планшетных компьютерах iPad, которые составляет основную часть планшетов, используемых при обучении. Изготовление книги занимает достаточно короткое время, а на выходе получается готовый учебник, с необходимыми функциями, с помощью которых обучающийся легче запоминает новый материал, а обучение становится приятным, ненавязчивым и результативным.

Представляемый проект предусматривает как самостоятельное изготовление учебных пособий самими авторами, так и изготовление бригадой разработчиков платформы в рамках договорных отношений. Наш адрес s-v-porov@yandex.ru. Мы с удовольствием поможем сделать мобильный учебник, которым сможет пользоваться не одно поколение студентов.

Еще одно направление, где мобильные электронные учебники могут найти применение — это подготовка и переподготовка специалистов по наиболее динамично развивающимся отраслям экономики. В связи с общим кризисом отечественного образования выпускники очень большого числа СУЗов и ВУЗов приходят на работу не обремененные реальными знаниями. И предприятие должно доводить их до требуемой квалификации за счет собственных средств. Обычная практика, когда после окончания учебного заведения молодого специалиста за счет предприятия отправляют на курсы переподготовки, чтобы его квалификация стала приемлемой.

В рамках предлагаемого проекта возможно реализовать не только выпуск учебников для студентов, но и мобильные инструкции и средства мониторинга знаний для специалистов, что позволит сделать процесс повышения квалификации постоянным. Идея перманентного образования не нова, но пока она не нашла своего реального воплощения, в том числе и по ряду технических причин. Например, организация курсов переподготовки требует помещения, компьютеров, выделенного времени и т. п. Все эти проблемы решаются с помощью мобильных средств переподготовки, когда каждый специалист сможет использовать материалы для переподготовки в мобильном режиме, т. е. в удобном месте и в удобное время. Имеющаяся и уже опробованная на студентах система мобильного тестирования также позволяет в мобильном режиме осуществлять тестирование специалистов и получать адекватный ответ об уровне подготовки специалистов в рамках той или иной специальности.

Подводя итог, можно сказать, что проект «Мобильная библиотека КАИТ 20» решает проблемы подготовки и переподготовки, а также мониторинга знаний и навыков, как студентов, так и специалистов различных направлений. В настоящее время в рамках этого проекта проходят обучение по ряду дисциплин студенты ГБОУ СПО «Колледж автоматизации и информационных технологий № 20».

### **Список литературы:**

1. Аржаков А.В., Попов С.В. Компьютерная среда обучения в образовательном учреждении СПО, Методическое пособие, под ред. Переверзева В.Ю., Изд-во НИИРПО 2010. — 346 с.

## РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ В СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ALTIUM DESIGNER

**Якушев Игорь Юрьевич**

*инженер-стажер в NVision Group, студент I курса магистратуры,  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,  
РФ, г. Новосибирск  
E-mail: [yakushevigor@mail.ru](mailto:yakushevigor@mail.ru)*

**Марамзин Валерий Валентинович**

*научный руководитель, ведущий инженер-конструктор технического отдела  
в NVision Group, преподаватель,  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики,  
РФ, г. Новосибирск*

В настоящее время существует различное множество сред разработки печатных плат, которые облегчают создание даже очень сложных (многослойных) плат. К подобным средам разработки можно отнести такие программные комплексы как Allegro Cadence, Altium Designer, Mentor Graphics и другие.

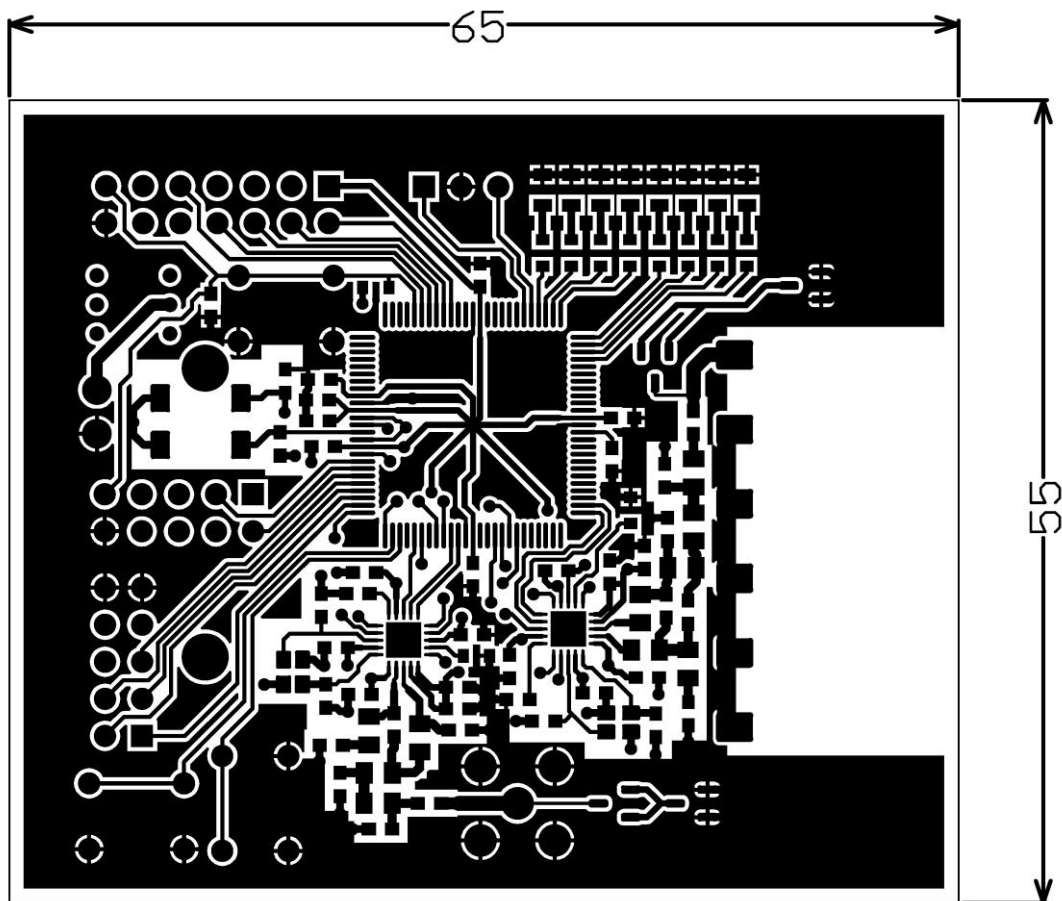
При разработке печатных плат была выбрана среда разработки Altium Designer [1] по следующим причинам: дешевизна, работа с многослойными платами и схемами любой сложности, стандартные библиотеки готовых компонент и другие возможности, позволяющие более эффективно разрабатывать печатные платы.

Altium Designer — это мощный редактор с возможностью автоматической разводки платы по принципиальной схеме. Возможности настройки рабочего интерфейса начинаются с изменений цветовых характеристик рабочего поля и заканчиваются настройкой правил при разводке печатных плат. Altium Designer позволяет создавать библиотеки компонент как для принципиальных схем, так и для редактора печатных плат.

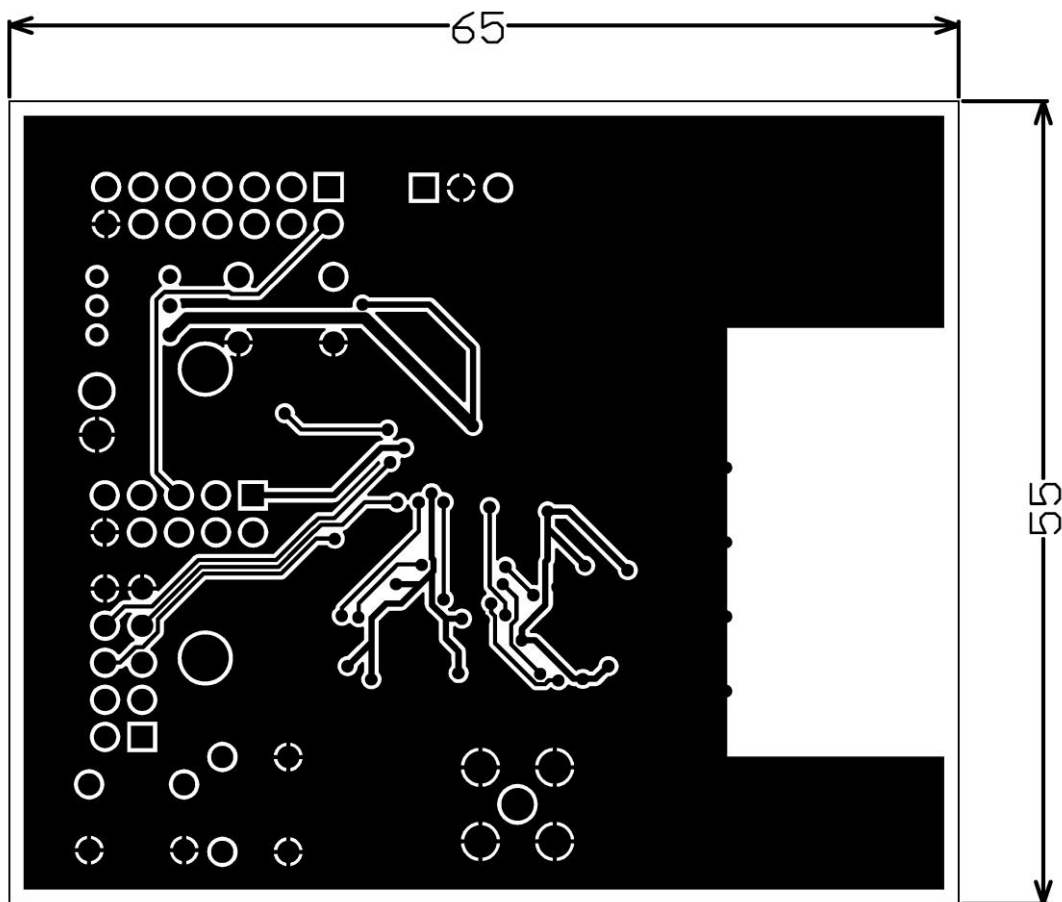
В качестве примера печатной платы рассмотрено устройство беспроводной связи. На рисунках 1 и 2 приведены соответственно верхний и нижний слой

печатной платы, а также отображены размеры платы, указанные в миллиметрах.

В большинстве случаев разрабатываемые устройства обычно небольших размеров, поэтому в устройствах используются SMD-компоненты — компоненты для поверхностного монтажа, как и данном примере. Печатная плата, рассматриваемая в примере, выполняется из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита, на поверхности которого находится токопроводящий слой из медной фольги, путём удаления ненужных участков фольги химическим травлением.



*Рисунок 1. Верхний слой печатной платы*



*Рисунок 2. Нижний слой печатной платы*

Сплошные участки (полигоны) на верхнем и нижнем слое соединены с общим проводом — используются в качестве заземляющей шины. Это необходимо по следующим причинам:

Общий провод наиболее часто используется в схеме, поэтому для упрощения проектирования печатной платы необходимо создавать полигоны заземления на верхнем и нижнем слое

Благодаря полигонам происходит экранирование платы от внешних источников помех

Происходит механическое увеличение прочности платы

Происходит увеличение распределенной емкости в цепях схемы, за счет которой подавляется излучаемый шум

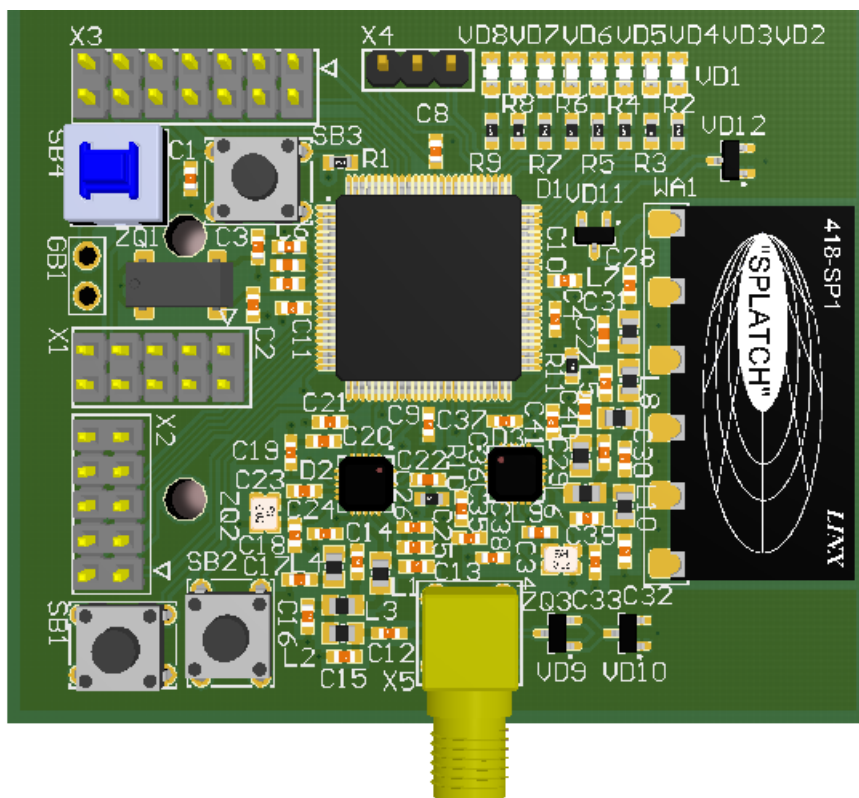
На рисунке 3 приведена 3D-модель разработанной печатной платы (отображение сверху), к которой прикреплены 3D-модели электронных компонент. 3D-модели могут быть разработаны в средах, подобных



программному комплексу SolidWorks. Разработанные 3D-модели сохраняются в файле с расширением \*.step, который предназначен для загрузки в редактор печатных плат Altium Designer. 3D-модели, использованные для отображения в разрабатываемых устройствах, не обязательно создавать самостоятельно — существуют различные ресурсы с подобным открытым или закрытым контентом. Например, к таким ресурсам можно отнести ресурс 3D ContentCentral [2], на котором расположены 3D-модели большинства стандартных элементов. Данный ресурс позволяет просмотреть вид 3D-элемента, а также в некоторых случаях настроить этот элемент необходимым образом.

3D-модель печатной платы позволяет просмотреть, как будет выглядеть разрабатываемое устройство, а также позволяет устранить ошибки, обнаруженные при просмотре модели.

Для создания печатной платы необходимо экспортировать создаваемый проект в файлы, загружаемые в станок печатных плат, например, Gerber-файлы.



*Рисунок 3. 3D-модель печатной платы*

Система проектирования Altium Designer имеет широчайшие возможности разработки печатных плат, благодаря которым значительно снижаются ошибки разработчиков, т.е. благодаря данной системе проектирования готовая печатная плата имеет минимум ошибок, тем самым затрачивается минимальное время на изготовление печатной платы.

### **Список литературы:**

1. Altium Designer. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.altium.com/en/products/altium-designer> (Дата обращения: 21.09.2013).
2. 3D ContentCentral. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.3dcontentcentral.com> (Дата обращения: 23.09.2013).

## СЕКЦИЯ 3.

### МАШИНОСТРОЕНИЕ

#### СВОЙСТВА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МЕСТА ЦЕНТРОВ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛ КАЧЕНИЯ С ДИАМЕТРАМИ РАЗНОЙ ВЕЛИЧИНЫ

***Кутина Алина Андреевна***

*студент 4 курса, кафедра «Стандартизация, метрология и управление качеством», Политехнический институт ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», РФ, г. Красноярск  
E-mail: [Kutina\\_alina@mail.ru](mailto:Kutina_alina@mail.ru)*

***Мерко Алексей Михайлович***

*студент 1 курса, кафедра «Вычислительная техника», Институт космических и информационных технологий ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», РФ, г. Красноярск  
E-mail: [mimaa2008@rambler.ru](mailto:mimaa2008@rambler.ru)*

***Мерко Михаил Алексеевич***

*научный руководитель, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная механика» Политехнического института ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», РФ, г. Красноярск*

***Меснянкин Марк Вадимович***

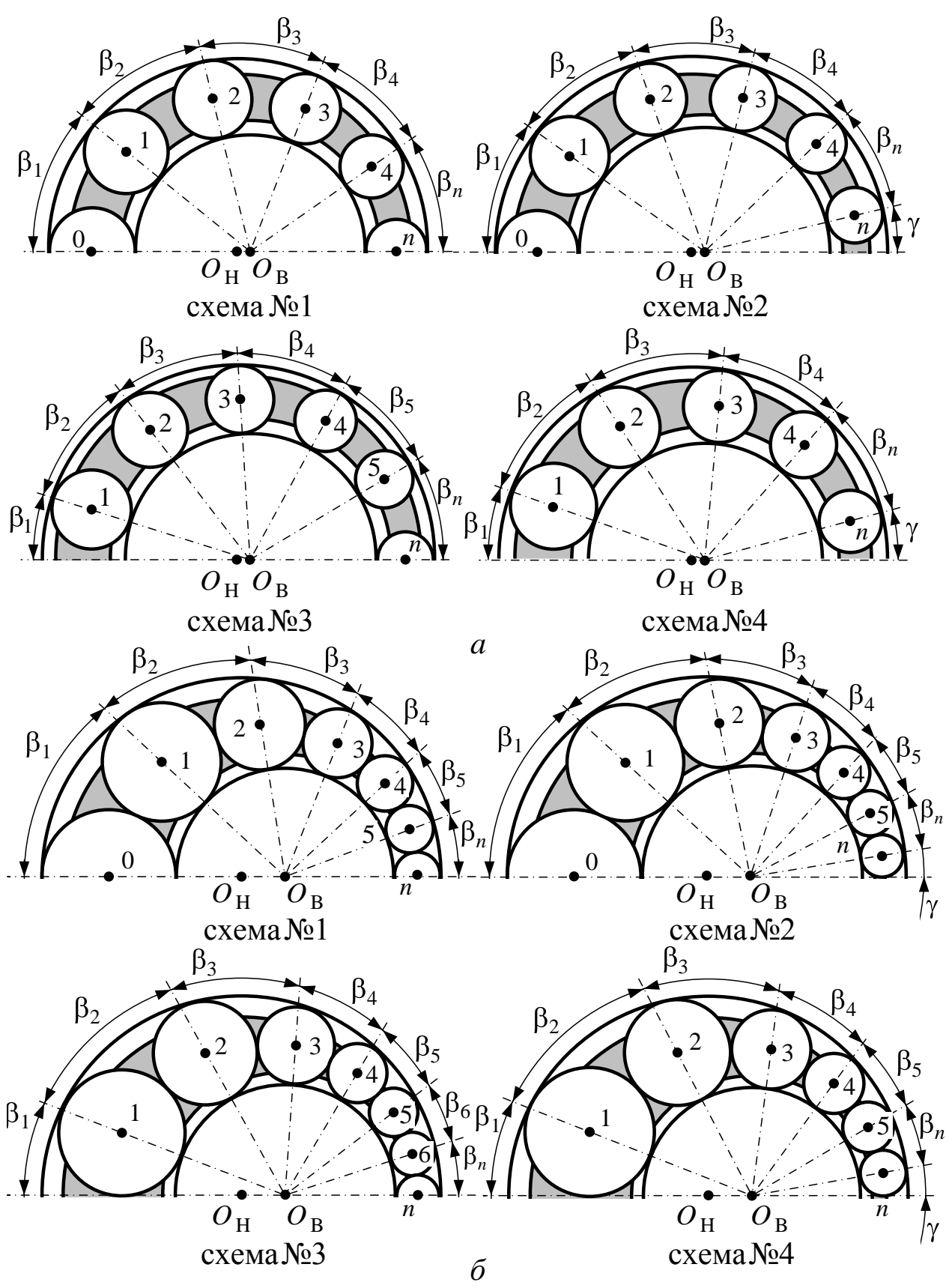
*научный руководитель, старший преподаватель кафедры «Прикладная механика» Политехнического института ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», РФ, г. Красноярск*

К группе основных характеристик преобразующих механизмов любого вида относятся геометрические параметры, взаимодействие которых обеспечивает требуемые величины показателей качества, как самого механизма, так и привода технологического оборудования в целом. Правильное решение задачи по определению величин геометрических параметров возможно только при учете всех особенностей геометрии и структуры

преобразующего механизма конкретного вида используемого при формировании привода технологического оборудования. Поиск рациональной структуры при минимально возможном числе подвижных звеньев и соединений позволяет исключить или существенно сократить количество особенностей геометрии, а также обеспечить реализацию законов движения любой сложности и получить требуемые величины показателей качества, как преобразующего механизма, так и всего привода технологического оборудования. Разработка и последующие исследования механизмов с подобными свойствами является весьма актуальной задачей на данном этапе развития экономики России, требующей модернизации промышленности при использовании механизмов обеспечивающих рациональное сочетание показателей качества приводов технологического оборудования.

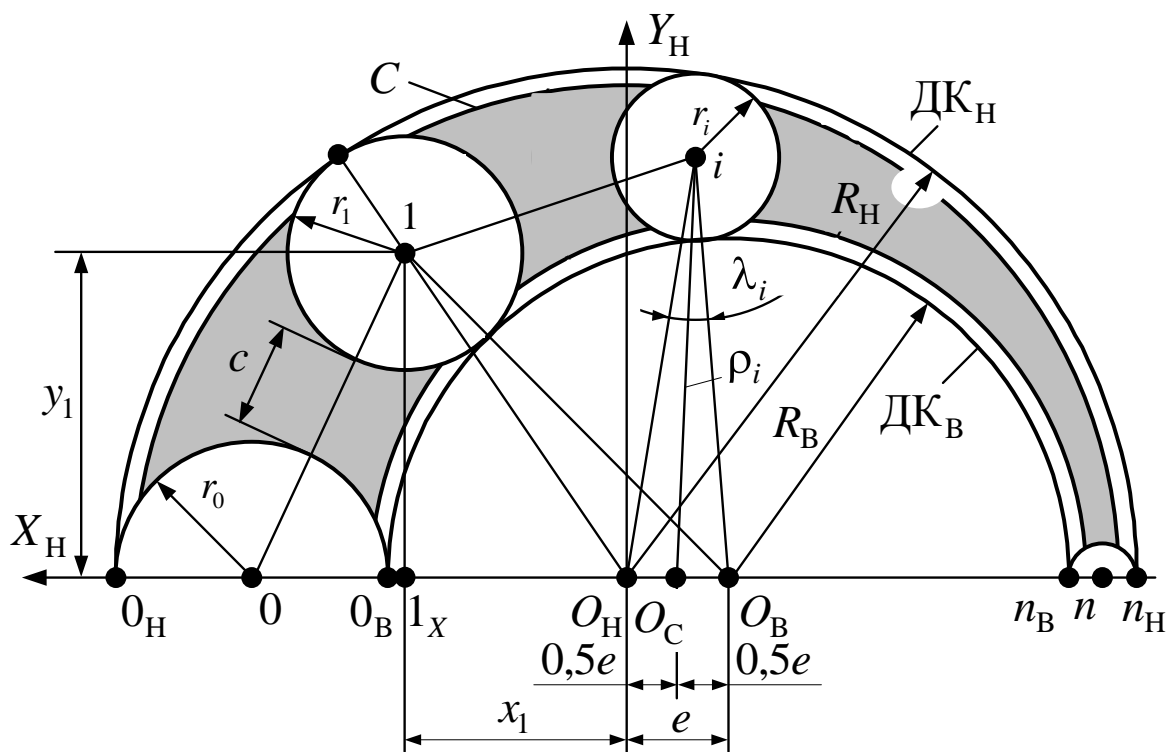
К механизмам соответствующим описанным условиям относятся и механизмы с замкнутой системой тел качения (ЗСТК). Механизмы данного вида обладают структурой содержащей два кольца с дорожками качения, сепаратор (водило) и замкнутую систему тел качения с диаметрами как разной (эксцентрикковые), так и равной величины (соосные). Тела качения могут обладать рабочими поверхностями с выступами (зубчатые) [1—4] или гладкими поверхностями (фрикционные) [5—21].

Механизм с ЗСТК с диаметрами равной величины является механизмом-прототипом механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины, для которых характерно смещение центров дорожек качения наружного и внутреннего колец содержащихся в структуре на величину эксцентриситета. Следовательно, механизмы рассматриваемого вида можно отнести к разновидностям эксцентрикковых механизмов качения (ЭМК). Для ЭМК характерно отсутствие вертикальной и наличие горизонтальной оси симметрии, что обеспечивает существование нескольких видов симметричных структурных схем как при наличии, так и при отсутствии зазора между телами качения (рис. 1).



**Рисунок 1. Виды симметричных структурных схем механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины (ЭМК): а — при наличии зазора между телами качения; б — при отсутствии зазора между телами качения**

Если центра тел качения механизмов с замкнутой системой тел качения принять за геометрическое место точек, то соединив их, получим кривую второго порядка не зависимо от вида симметричной структурной схемы (рис. 1). При наличии в структуре замкнутой системы тел качения с диаметрами равной величины данная кривая является частным случаем кривой второго порядка, т. е. окружностью. В случае замкнутой системы тел качения с диаметрами разной величины обеспечивается существование эксцентриситета посредством смещения центров дорожек качения наружного и внутреннего колец. В этом случае возникает потребность уточнения вида кривой, соединяющей центра тел качения. С целью установления вида данной кривой получим ее уравнение.



**Рисунок 2. Расчетная модель механизма с ЗСТК**

Составим расчетную модель для механизма с ЗСТК с диаметрами разной величины (рис. 2), а также примем следующие исходные условия и обозначения: ДК<sub>В</sub>, ДК<sub>Н</sub> — дорожки качения внутреннего и наружного

колец;  $R_B$ ,  $R_H$ ,  $O_B$  и  $O_H$  — радиусы и геометрические центры дорожек качения концентрически расположенных внутреннего и наружного колец;  $X_H O_H Y_H$  — левая система координат с центром в точке  $O_H$ ;  $e$  — эксцентриситет;  $C$  — сепаратор (водило);  $c$  — зазор между телами качения;  $r_0$ ,  $r_1$ ,  $r_i$  и  $x_0$ ,  $x_1$ ,  $y_1$  — радиусы и координаты максимального, первого и  $i$ -го тел качения.

Из анализа прямоугольных треугольников  $\Delta O_H 1_X 1$  и  $\Delta O_B 1_X 1$ , содержащихся на расчетной модели механизмов с замкнутой системой тел качения с диаметрами разной величины (рис. 2), будем иметь

$$R_H - r_1 = \sqrt{\left(x_1 - \frac{e}{2}\right)^2 + y_1^2}, \quad (1)$$

$$R_B + r_1 = \sqrt{\left(x_1 + \frac{e}{2}\right)^2 + y_1^2}. \quad (2)$$

Проведя преобразования (1) и (2) приведем к виду

$$r_1 = R_H - \sqrt{\left(x_1 - \frac{e}{2}\right)^2 + y_1^2}, \quad (3)$$

$$r_1 = \sqrt{\left(x_1 + \frac{e}{2}\right)^2 + y_1^2} - R_B. \quad (4)$$

Приравняем (3) и (4)

$$R_H - \sqrt{\left(x_1 - \frac{e}{2}\right)^2 + y_1^2} = \sqrt{\left(x_1 + \frac{e}{2}\right)^2 + y_1^2} - R_B. \quad (5)$$

Проведя соответствующие преобразования, приведем уравнение (5) к каноническому виду

$$\frac{x^2}{\left(\frac{R_H + R_B}{2}\right)^2} + \frac{y^2}{\frac{(R_H + R_B)^2 - e^2}{4}} = 1. \quad (6)$$

Выражение (6) является уравнением частного случая кривой второго порядка являющейся эллипсом, соединяющим центра тел качения механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины (ЭМК) для любого вида структурной схемы как с зазором (рис. 1, а), так и при отсутствии в структуре данного параметра (рис. 1, б).

Модули полуосей эллипса получим из анализа равенства (6)

большая полуось 
$$a = \frac{R_H + R_B}{2}, \quad (7)$$

малая полуось 
$$b = \frac{\sqrt{(R_H + R_B)^2 - e^2}}{2}. \quad (8)$$

Из свойств эллипса следует, данный вид кривой второго порядка является частным случаем другого вида кривой второго порядка называемой окружностью обладающей геометрической характеристикой не равной единице. Под геометрической характеристикой подразумевается степень сжатия рассматриваемой кривой. Значение геометрической характеристики эллипса определяется отношением полуосей или по выражению

$$\frac{b}{a} = \sqrt{1 - \frac{e^2}{(R_H + R_B)^2}}. \quad (9)$$

Анализ равенства (9) показывает: геометрическая характеристика эллипса (отношение полуосей) лежит в пределах от 0,94 до 0,98.



Из свойств эллипса известно, что его фокусы лежат на большей полуоси расположенной на оси  $X_H$  (рис. 2). Следовательно, координаты фокусов эллипса  $y_f$  равны нулю, а координаты  $x_f$  определим по выражению

$$x_f = a^2 - b^2. \quad (10)$$

С учетом (7) и (8) равенство (10) примет вид

$$x_f = \frac{\sqrt{(R_H + R_B)^2 - (R_H + R_B)^2 + e^2}}{2} = \frac{e}{2}. \quad (11)$$

Анализ расчетной модели (рис. 2) и равенства (11) показывает: фокусы эллипса, являющегося кривой соединяющей центра тел качения механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины (ЭМК), имеют координаты  $(-0,5e; 0)$  и  $(0,5e; 0)$ . Это означает, что фокусы эллипса совпадают с центрами дорожек качения наружного и внутреннего колец, а центр эллипса совпадает с точкой  $O_C$ , расположенной по центру эксцентриситета (рис. 2).

В результате выполненных действий установлены свойства геометрического места центров замкнутой системы тел качения с диаметрами разной величины для любого вида структурной схемы механизма (рис. 1). Установлено, фокусы данной кривой совпадают с центрами дорожек качения наружного и внутреннего колец, а её центр совпадает с точкой  $O_C$ , лежащей по центру эксцентриситета (рис. 2). Выявленные особенности геометрии необходимо учитывать при решении задачи по определению номинальных величин геометрических параметров механизмов с ЗСТК.

## Список литературы:

1. Беляков Е.В., Колотов А.В., Мерко М.А., Меснянкин М.В. Применение САПР при исследовании эксцентрикового планетарного механизма // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2012. — № 3. — С. 109—112.
2. Беляков Е.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Меснянкин М.В., Митяев А.Е. Обеспечение требуемого движения выходного звена эксцентрикового эпициклического механизма // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 5. — № 4. — С. 47—51.
3. Белякова С.А., Груздев Д.Е., Беляков А.Н., Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В. Применение дифференциального механизма для шлифования плоских поверхностей // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 5. — № 4. — С. 51—56.
4. Колотов А.В., Мерко М.А., Меснянкин М.В., Беляков Е.В. Автоматизированное проектирование зубчатых механизмов приводов технологического оборудования со связанными цилиндрическими колесами // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2012. — № 4. — С. 51—57.
5. Мерко М.А. Кинематические и геометрические характеристики эксцентрикового механизма качения: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.02.02. Красноярск, 2002. — 26 с.
6. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Митяев А.Е., Колотов А.В. Анализ взаимозависимостей геометрических параметров эксцентрикового механизма качения // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2012. — № 11. — С. 180—184.
7. Мерко М. А., Меснянкин М. В., Митяев А. Е. Описание математической модели механизма-прототипа ЭМК с сепаратором (водило) при ведущем внутреннем кольце // Молодой ученый. — 2013. — № 3. — С. 71—75.
8. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В. Определение координат звеньев механизма с замкнутой системой тел качения с диаметрами равной величины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2013. — № 3. — С. 68—73.
9. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В. Формирование областей существования механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины с сепаратором (водило) при вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Молодой ученый. — 2013. — № 4. — С. 76—80.

10. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В. Формирование областей существования механизма с ЗСТК с диаметрами равной величины с сепаратором (водило) при вводе поправки по дорожке качения внутреннего кольца // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2013. — № 4. — С. 54—58.
11. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Митяев А.Е. Зависимость областей существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазора между телами качения при вводе поправкой по дорожке качения внутреннего кольца // Молодой ученый. — 2013. — № 5. — С. 79—83.
12. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Колотов А.В. Передаточные отношения механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазором при ведущем внутреннем кольце и вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Молодой ученый. — 2013. — № 6. — С. 71—75.
13. Мерко М.А., Меснянкин М.В., Митяев А.Е. Передаточные отношения механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазором при ведущем наружном кольце и вводе поправки по дорожке качения внутреннего кольца // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2013. — № 6. — С. 63—68.
14. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Определение границ областей существования механизмов-прототипов эксцентрикового механизма качения при вводе поправки в расчет по дорожке качения внутреннего кольца // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2012. — № 12. — С. 138—142.
15. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е., Белякова С.А. Определение границ областей существования механизма-прототипа ЭМК без сепаратора при вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2013. — Т. 3. — № 1. — С. 33—38.
16. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Беляков Е.В., Белякова С.А. Математическая модель ЭМК с сепаратором при ведущем внутреннем кольце // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 5. — № 4. — С. 62—67.
17. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Результаты решения задачи о положениях звеньев ЭМК при ведущем внутреннем кольце // Вестник Таджикского технического университета. — 2013. — № 1. — С. 35—41.
18. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Митяев А.Е., Колотов А.В., Груздев Д. Е. Особенности геометрии симметричных структурных схем механизмов с ЗСТК с диаметрами разной величины // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2013. — Т. 4. — № 2. — С. 55—61.

19. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В. Зависимость областей существования механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины и зазора между телами качения при вводе поправки по дорожке качения наружного кольца // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2013. — № 5. — С. 85—89.
20. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Моделирование результатов решения задачи по определению номинальных величин геометрических параметров симметричных структурных схем механизмов с ЗСТК с диаметрами равной величины // Молодой ученый. — 2013. — № 7. — С. 60—65.
21. Меснянкин М.В., Мерко М.А., Колотов А.В., Митяев А.Е. Условия симметрии механизмов с замкнутой системой тел качения // Вестник Таджикского технического университета. — 2013. — № 3. — С. 29—34.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА В УСЛОВИЯХ ОАО «ВОЛЖСКИЙ ТРУБНЫЙ ЗАВОД»

*Ломакина Анастасия Валерьевна*

*студент 4 курса,  
кафедра Технология и оборудование машиностроительных производств ВПИ,  
РФ, г. Волжский  
E-mail: [black-diamant@yandex.ru](mailto:black-diamant@yandex.ru)*

*Митрофанов Артем Петрович*

*научный руководитель, канд. тех. наук, доцент ВПИ,  
РФ, г. Волжский*

Трубная отрасль, занимая важное место в структуре металлургической промышленности России, продолжает наращивать свой производственный потенциал. Отечественные заводы-изготовители стальных труб сохраняют курс на повышение конкурентоспособности своей продукции, путем обновления оборудования, совершенствования технологии производства, расширением сортамента выпускаемой продукции, сертификации ее по международным стандартам. Несмотря на некоторый спад в 2012 году в сегменте труб большого диаметра (ТБД), общий объем потребления стальных труб в нашей стране растет динамично, а это создает производителям возможности для увеличения объемов выпуска и более полного использования имеющихся мощностей.

Лидерами в производстве прямошовных труб для нефтегазового сектора в России являются трубные заводы «Большой восьмерки», а именно:

1. ОАО «Синарский трубный завод» — принадлежит ТМК;
2. ОАО «Северский трубный завод» — принадлежит ТМК;
3. ОАО «Таганрогский металлургический завод» — принадлежит ТМК;
4. **ОАО «Волжский трубный завод»** — принадлежит ТМК;
5. ОАО «Первоуральский новотрубный завод» — группа ЧТПЗ;
6. ОАО «Челябинский трубопрокатный завод» — группа ЧТПЗ;
7. ОАО «Выксунский металлургический завод» — принадлежит ОМК;
8. ОАО «Альметьевский трубный завод» — принадлежит ОМК.

Тем не менее, одной из глобальных проблем трубного производства является **производственный брак**. В соответствии с ГОСТ 15476-79 [1, с. 3] **брак** — это продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов (табл. 1); причины возникновения которых — разнообразны.

**Таблица 1.**

**Дефекты и причины их возникновения на производстве**

<b>Дефект</b>	<b>Определение</b>	<b>Причины возникновения</b>
овальность	несоответствие недопустимого превышения отношения (в процентах) разницы наибольшего и наименьшего наружных диаметров (измеренных в одной плоскости) к номинальному диаметру трубы	1) неверно выбрана степень деформации трубы; 2) деформация переднего конца трубы по мере экспандирования второй половины трубы в результате общей деформации контура трубы
отклонение от теоретической окружности	несоответствие в виде отклонения профиля наружной поверхности трубы в зоне сварного шва на величину, превышающую установленные значения	1) неправильно выбран зазор по вертикали между нижним и верхним валками гибочной машины; 2) недостаточное усилие прижатия нижнего или верхнего вала
смещение кромок	несоответствие в виде превышения уровней расположения сваренных кромок друг относительно друга установленным значениям	1) колебание периметра; 2) некачественная формовка заготовок; 3) неправильная настройка стана наружной сварки

В ходе инспекционного контроля производства прямошовных труб на Волжском трубном заводе для объектов ОАО «Газпром» в период с 2011 по настоящее время на участке окончательного контроля «черной» трубы, инспекцией заказчика было выявлено и отремонтировано ОАО «ВТЗ» более 435 труб не соответствующих требованиям ТУ 14-156-77-2008, и 204 трубы было отклонено от заказа. Проведенный анализ качества прямошовных труб изготовленных по ТУ 14-156-77-2008, показывает необходимость в снижении выпуска дефектной продукции и усилении контроля, за геометрическими параметрами ТБД. Наиболее опасными дефектами, ведущими к стресс-коррозионному разрушению тела трубы [2, с. 7], являются: смещение кромок, овальность концов трубы и отклонение от теоретической окружности (табл. 2).

Таблица 2.

## Анализ качества продукции (выдержка)

Дефект	Смещение кромок	Отклонение от теоретической окружности	Овальность
<b>За 2011 год, шт</b>	<b>53</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
• ремонт	28	11	8
• брак	25	0	0
<i>Осмотрено всего</i>	<i>1110</i>		
<b>За 2012 год, шт</b>	<b>231</b>	<b>50</b>	<b>20</b>
• ремонт	211	50	20
• брак	20	0	0
<i>Осмотрено всего</i>	<i>5603</i>		
<b>За 2013 год, шт</b>	<b>2</b>	<b>66</b>	<b>13</b>
• ремонт	2	66	13
• брак	0	0	0
<i>Осмотрено всего</i>	<i>2712</i>		

*Примечание: за 2013 год приняты данные за 1-ое полугодие 2013 года*

Практика работы на трубном производстве показывает что, несмотря на ужесточенный контроль на линии, на склад готовой продукции попадают трубы с отклонениями от требований нормативно-технической документации.

Причина — человеческий фактор (невнимательность, усталость, быстрая утомляемость, нежелание работать и другое). Решением проблемы может послужить использование в процессе производства автоматизированной системы контроля геометрии металлопроката «ULTRAMETRIX» (табл. 3). Оборудование является комплексом из условно двух независимых систем [2]:

1. система измерения диаметра, овальности и кривизны по всему периметру трубы. Включает модуль измерения поперечного профиля трубы и модуль измерения кривизны;

2. система измерения параметров фаски на концах труб, косины реза, а также параметров сварного шва и околошовной зоны.

Измеряемые параметры: наружный диаметр концов и тела трубы, общая непрямолинейность (кривизна) трубы, локальная непрямолинейность (кривизна) трубы, овальность концов трубы; овальность тела трубы, теоретическая масса, разность наружных диаметров трубы между её концами,

длина трубы, измерение геометрических параметров фаски концов труб, радиальное смещение кромок сварного шва, высота, ширина сварного шва, внутренний диаметр концов трубы, толщина стенки концов и тела трубы, разность внутренних диаметров трубы между ее концами.

**Таблица 3.**

**Характеристика оборудования**

Характеристики трубы, подлежащей измерению		Контролируемые параметры трубы		
Параметр	Значение	Параметр	Диаметр	Точность
Длина контролируемой трубы, мм	9500—20000	Наружный диаметр по периметру, наибольший и наименьший (концов трубы, корпуса, мм)	490—1500	±0,1
Допустимый диаметр контролируемой трубы, мм	490—1500			
Скорость контроля трубы	до 25 труб в час	Общая кривизна трубы	0—100	±0,5
		Локальная кривизна трубы (на 300 мм, 500 мм, 1 м), мм	0-3	±0,1
Общая допустимая неровность (кривизна + овальность) трубы подлежащей контролю	до 100 мм	Местная кривизна концов трубы (на 300 мм, 500 мм, 1 м), мм	0-3	±0,1
		Овальность трубы	0-20	±0,1
Максимальная кривизна трубы, подлежащая пропуску через установку	до 300 мм	Поверхностные дефекты	от 5 мм в поперечнике От 0,2 мм глубина	±0,1
Максимальные допустимые биения трубы проходящей через установку (в процессе контроля)	до 100 мм			

Также, предложенное внедрение автоматизации в производственный контроль может значительно повысить пропускную способность линии по производству прямошовных труб. Если в настоящее время функционируют две площадки окончательного контроля труб, то с использованием автоматизированной системы «ULTRAMETRIX», таких площадок станет три. Третья площадка будет полностью «самостоятельной» — измерения

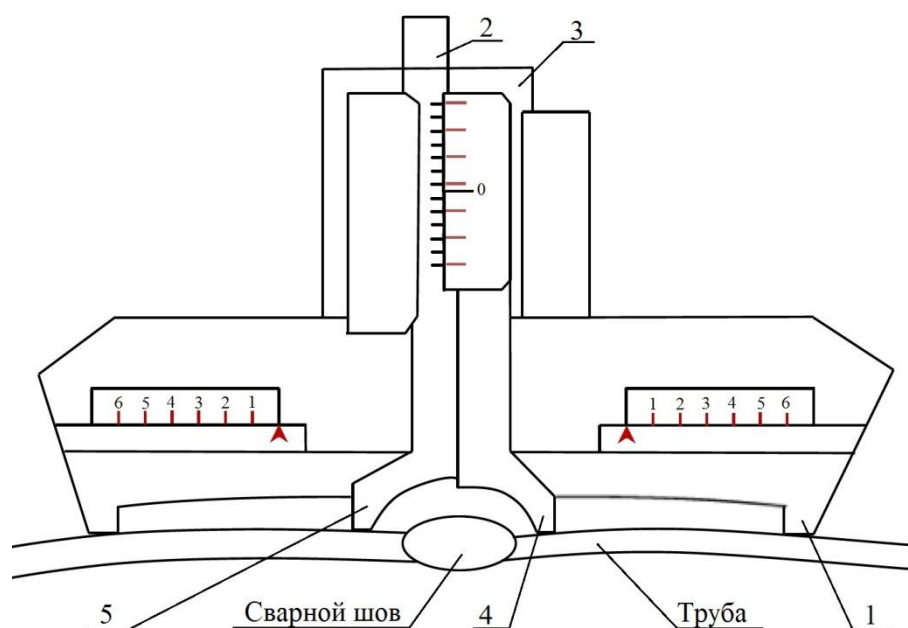


и их регистрация будет производиться в автоматизированном режиме, без участия контролера в производстве черных металлов (контролера ОТК).

С целью снижения трудоемкости производственного контроля разработан усовершенствованный прибор для измерения смещения свариваемых кромок, путем его совмещения с шаблоном для измерения отклонения от теоретической окружности. Замер овальности концов труб — оставить неизменным — при помощи специальной линейки ОАО «ВТЗ».

Универсальный прибор (рис. 1) разработан для контроля:

1. отклонения наружной поверхности трубы от теоретической окружности на дуге окружности длиной 200 мм в зоне сварного шва;
2. величины смещения свариваемых кромок.



**Рисунок 1. Схема универсального прибора для измерения смещения кромок и отклонения от теоретической окружности: 1 — опорные ножки, 2 — движок со шкалой и лапкой, 3 — планка с нониусом и лапкой, 4 — лапка на планке; 5 — лапка движка**

Контроль отклонения наружного диаметра от теоретической окружности производят следующим образом:

- трубу позиционируют сварным швом на 12 часов, фиксируют;

- контроль выполняют на дуге окружности длиной 200 мм, что обеспечивается конструкцией прибора. Прибор устанавливают на трубе таким образом, чтобы ножки (1) прибора плотно опирались на наружную поверхность трубы. Образовавшийся зазор между поверхностью шаблона и наружной поверхностью трубы контролируют по значениям показаний полученных по шкале нониуса (3) при перемещении лапки планки (4) и лапки движка (5).

Контроль величины смещения кромок в сварном соединении трубы:

- установить прибор на трубу перпендикулярно ее наружной поверхности таким образом, чтобы лапка планки (4) и лапка движка (5) находились примерно на равном расстоянии от сварного шва;

- нажатием сверху переместить подвижную планку (3) до касания измерительной поверхности лапки (4) с поверхностью трубы;

- переместить движок (2) до соприкосновения измерительной поверхности лапки движка (5) с поверхностью трубы;

- необходимо следить за тем, чтобы радиусные и измерительные поверхности лапки (4) и лапки движения (5) не касались поверхности шва;

- снять прибор с трубы и по шкале движка (2) и шкале нониуса (3) снять показание;

- выполнить измерение еще раз, повернув прибор на  $180^\circ$ ;

- определить величину превышения кромок сварного шва как среднее арифметическое значение результатов двух измерений.

Вычисленное значение не должно превышать значения, указанного в технических условиях на трубы и/или спецификации заказчика.

В результате внедрения предложенных и разработанных приборов и систем контроля в ОАО «Волжский трубный завод» значительно сократится трудоемкость контрольных операций и повысится качество измерений, что в будущем обеспечит существенный экономический эффект.

### **Список литературы:**

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. Введ. 1979.01.07. М.: Госстандарт, 1979. — 11 с.
2. Измерение геометрии металлопроката // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ultrakraft.ru/index.php/ru/products/geometry-testing> (дата обращения 20.11.2013).
3. Охримчук С.А. Обзор возможных причин возникновения трещин на двухшовных трубах МГ Уренгой-Помары-Ужгород / С.А. Охримчук, Р.М. Бабальский, С.Н. Руденко // Приложение к журналу Газовая промышленность, 2011. — С. 7—10.

## **СЕКЦИЯ 4.**

### **МЕТАЛЛУРГИЯ**

#### **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СМК НА ОАО ВТЗ**

***Арчаков Александр Викторович**  
студент 4 курса, мкафедра ВТО ВПИ,  
РФ, г. Волжский  
E-mail: [Alexarchakov10@gmail.com](mailto:Alexarchakov10@gmail.com)*

***Федотов Евгений Владимирович**  
научный руководитель, канд. техн. наук, доцент ВПИ,  
РФ, г. Волжский*

В настоящее время многие крупные компании, в том числе и ОАО «Волжский трубный завод», г. Волжский (ОАО ВТЗ), разработали системы менеджмента качества (СМК), руководствуясь стандартами серии ИСО 9000, имеют перечень соответствующих документов по управлению качеством.

Для функционирования СМК на ОАО ВТЗ разработано «Руководство по качеству», в котором определен порядок действий по управлению качеством на предприятии в соответствии со стандартами ИСО 9000. В то же время, представленная в Руководстве схема управления качеством на предприятии не соответствует заявленным целям ОАО ВТЗ в области качества, поскольку в работах по качеству задействован только отдел под руководством директора по качеству, что противоречит положениям Руководства.

Кроме того, на предприятии не проводится системный учет затрат на качество, поэтому не учитывается целый ряд статей затрат, влияющих на качество, а также издержек и потерь, как очевидных, так и невидимых без соответствующего анализа.

Целью настоящего исследования явилось изучение состояния системы менеджмента качества на ОАО «ВТЗ» и поиск путей повышения эффективности её работы.

Для реализации поставленных целей были намечены и решены следующие задачи:

- рассмотрены основные представления о системах менеджмента качества в соответствии со стандартами ИСО 9000;
- изучена краткая характеристика ОАО «ВТЗ» и СМК для определения проблем и путей их решения;
- исследование особенностей управления затратами на качество и выработка рекомендаций по их снижению;
- анализ состояния экологического менеджмента на ОАО «ВТЗ» для повышения его эффективности

***Анализ входного контроля металлопроката и меры по снижению брака и уменьшению потерь***

Работа по улучшению качества поставляемого металлопроката проводилась в 2012 году в рамках выполнения мероприятий программы Дирекции по качеству.

Дирекцией по качеству совместно с Технической дирекцией ТМК, Технической дирекцией ОАО «ВТЗ» и Дирекцией по коммерческой работе по нашим рекомендациям в 2012 году подготовлены и проведены координационные совещания с поставщиками металлопроката:

- с ОАО «ММК» г. Магнитогорск — 13—14 марта;
- с ОАО ЧерМК ОАО «Северсталь» — 27—28 марта и 28—30 августа;
- с ОАО «ММК им. Ильича» — 5—6 июня;
- с ОАО «НЛМК» — 17 июля;
- с ОАО «МК Азовсталь» — 1—2 ноября.

На координационных совещаниях подробно рассмотрены причины брака труб на ОАО «ВТЗ» по дефектам металлопроката, разработаны и утверждены технологические мероприятия, направленные на стабилизацию качественных показателей. На основе комплексных программ, рассмотренных на этих совещаниях, дирекция по качеству продолжает сотрудничать с поставщиками

металла по освоению новых более качественных видов металлопроката для производства труб на ОАО «ВТЗ».

С целью более полного выявления дефектов поступающего металла и проведения анализа их возникновения на ОАО «ВТЗ» в 2012 году в два раза (до 20 %) увеличен объем входного контроля металла.

По выявленным дефектам металла с анализом причин на заводы поставщики металлопроката ежемесячно направляются справки для анализа и разработки мероприятий по их устранению.

Нами была разработана диаграмма Исикавы (Приложение Г), на которой видно, что основными причинами брака является качество стали (17Г1С-У, Х-70, 10Г2ФБ).

С целью улучшения качества металлопроката, поступающего на ОАО «ВТЗ» в 2012 году на заводах изготовителях:

- ОАО «ММК им. Ильича» г. Мариуполь — с апреля месяца;
- ОАО «МК Азовсталь» г. Мариуполь — с августа месяца;
- ОАО «Северсталь» г. Череповец — с октября месяца

по нашим рекомендациям введена инспекция третьей стороной ОАО «Спецнефтегаз» по надзору и контролю металлопроката в процессе производства и отгрузки.

20—21 декабря было проведено совещание с инспекцией ЗАО НПО «Спецнефтегаз» по итогам работы за 2012 год, где было установлено:

1. С апреля по декабрь месяц на ОАО «ММК им. Ильича» было проконтролировано 20290 т (сталь Х-70 2650x18880x15,7-18,7 мм). Общий процент отбраковки составил — 23 % (4666 т): по поверхностным дефектам — 3 %; по УЗД-7 %; по механическим свойствам — 13 %.

По технологии и испытаниям за указанный период выявлено — 293 замечания, которые незамедлительно устранялись.

В результате отсортировки на комбинате процент поступившего на ОАО «ВТЗ» дефектного металла снизился до 2,44 %, в 2011 г. он составил 3,57 %.

По-нашему мнению использование услуг третьей стороны (инспекции) даёт предельный уровень отбраковки (2,44 % дефектного металла), поскольку на комбинате-изготовителе прокат отгружается с наличием вкатанных дефектов по причине ограниченных технических возможностей по УЗК на комбинате и отсутствия технических возможностей по ремонту (зачистке) слябов перед прокаткой.

С октября месяца 2012 года на ОАО «Северсталь» под контролем инспекции произведено и отгружено 3905,6 т стали 10Г2ФБ. Общий процент отбраковки составил — 21 % (820,17 т).

По технологии и испытаниям было выявлено 62 замечания, которые незамедлительно устранялись.

Отсортировка металлопроката при входном контроле на ОАО «ВТЗ» в декабре месяце составила — 1,13 %, для сравнения в октябре отсортировка была — 5,6 %, ноябре — 3,4 %.

По-нашему предложению, согласно принятым решениям рекомендовано инспекции ЗАО НПО «Спецнефтегаз» усилить контроль за технологией производства и настройкой (наладкой) оборудования на комбинатах с целью снижения брака металлопроката.

Работа инспекции на этих комбинатах будет продолжена.

*Таблица 1.*

**Динамика количества брака металлопроката в 2011 году**

месяц		Ме, т	выход готовой продукции, т	выход готовой продукции, %	норма выхода готовой продукции, %	норма брака по технологии, %	Забракованный Ме, т	брак по вине Ме, %
январь	ОАО ММК	6567	6064	92,34	96	4	24032	3,66
февраль		14784	13904	94,05			28864	1,95
март		6957	6296	90,50			38272	5,50
апрель		14007	13201	94,25			24572	1,75
<b>Итого за 4 месяца 2011г:</b>		<b>42315</b>	<b>39465</b>	<b>92,78</b>			<b>28935</b>	<b>3,22</b>

январь	ОАО "Север- сталь"	16866	15440	91,55	96	4	75136	4,45
февраль		5763	5094	88,39			43848	7,61
март		13156	12302	93,51			32776	2,49
апрель		4986	4611	92,48			17556	3,52
<b>Итого за 4 месяца 2011г:</b>		<b>40771</b>	<b>37447</b>	<b>91,48</b>			<b>42329</b>	<b>4,52</b>

Таблица 2.

Динамика количества брака металлопроката в 2012 году

месяц		Ме, т	выход готовой продук- ции, т	выход готовой продук- ции, %	норма выхода готовой продук- ции, %	норма брака по техно- логии, %	забрако- ванный Ме, т	брак по вине Ме, %
январь	ОАО ММК	5804	5305	91,40	96	4	26684	4,60
февраль		11031	10235	92,78			35476	3,22
март		7103	6569	92,48			24988	3,52
апрель		2062	1940	94,08			3952	1,92
<b>Итого за 4 месяца 2012г:</b>		<b>26000</b>	<b>24049</b>	<b>92,69</b>			<b>22775</b>	<b>3,31</b>
январь	ОАО "Северсталь" "	10869	10389	95,58	96	4	4524	0,42
февраль		937	886	94,56			1352	1,44
март		768	726	94,53			1128	1,47
апрель		9742	9256	95,01			9632	0,99
<b>Итого за 4 месяца 2012г:</b>		<b>22316</b>	<b>21257</b>	<b>94,92</b>			<b>4159</b>	<b>1,08</b>

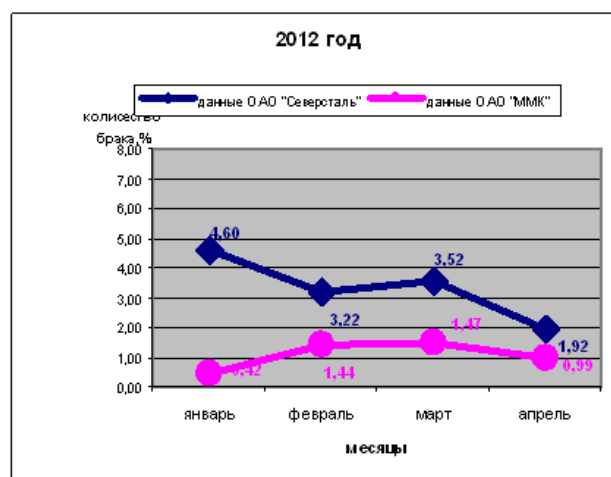
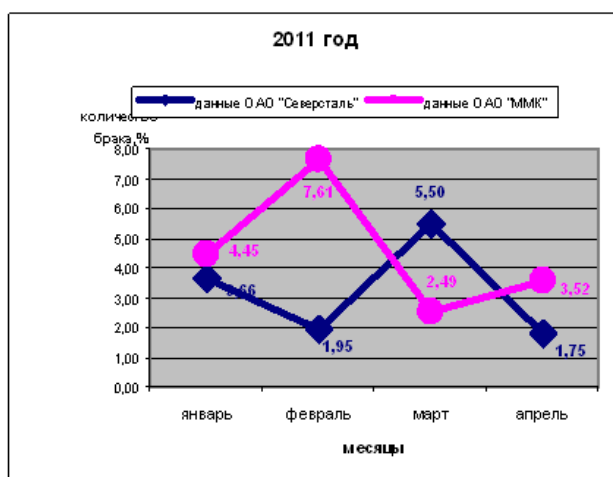
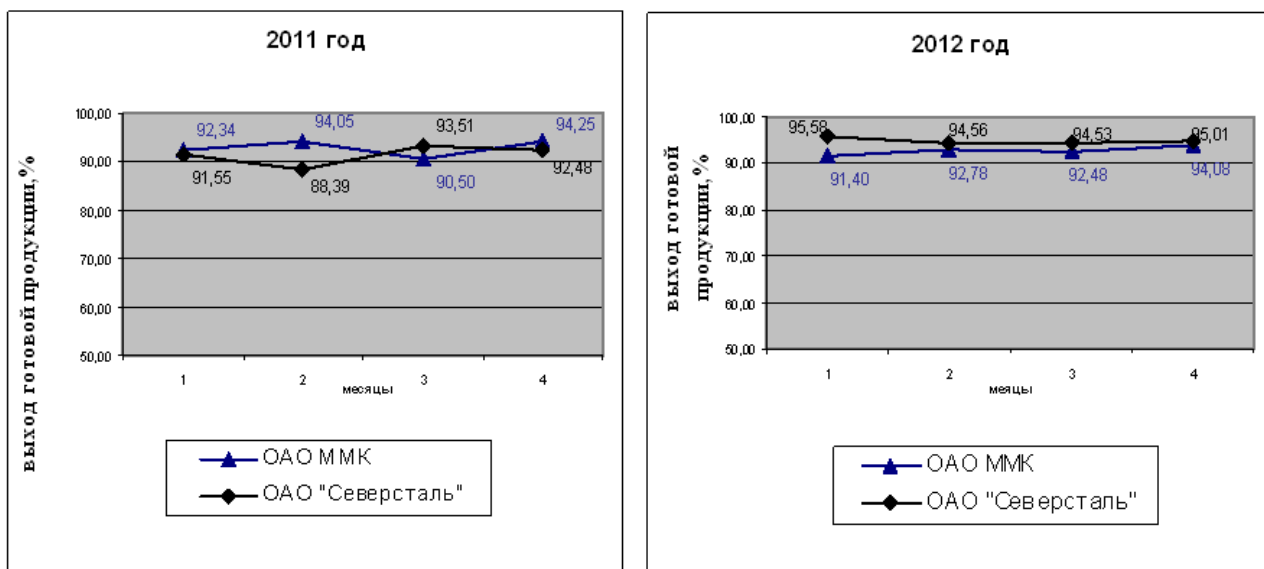


Рисунок 2 Сравнительный анализ количества забракованного металлопроката





**Рисунок 3. Зависимость выхода металлопроката от состояния технологического процесса**

Исходя из показателей таблицы 1 и 2, можно определить экономическую эффективность применения участия инспекции третьей стороны у поставщиков металлопроката.

Для расчёта эффективности использования выше указанных мероприятий, рассчитаем разницу финансовых потерь в денежном выражении с участием 3-ей стороны и без её участия. Для расчёта возьмём условную цену на трубную продукцию для чистоты эксперимента.

Принимаем цену трубной продукции  $c = 32000$  руб/т с НДС.

Формула для расчёта стоимости продукции недополученной по причине поставки бракованного металла без привлечения инспекции 3-ей стороны:

$$A = V \cdot k \cdot c \cdot m. \quad (1)$$

Формула для расчёта стоимости продукции недополученной по причине поставки бракованного металла с учётом затрат привлечения инспекции 3-ей стороны:

$$A_y = V \cdot k \cdot c \cdot m + (p \cdot V), \quad (2)$$

где:  $V$  — объём поставляемого металла;

$p$  — стоимость оплаты услуг 3-ей стороны,  $p = 60$  руб/т;

$c$  — цена за 1т труб с НДС, руб;

$k$  — расходный коэффициент (обрезь в трубах, обрезь в рулонах),  $k = 0.9$ ;

$m$  — фактический процент брака.

$$A_1 = 80000 \cdot 0,9 \cdot 32000 \cdot 0,0452 = 104140800 \text{ руб};$$

$$A_{y1} = 80000 \cdot 0,9 \cdot 32000 \cdot 0,0108 + (60 \cdot 80000) = 29683200 \text{ руб};$$

$$\Delta A_1 = A_1 - A_{y1}$$

$$\Delta A_1 = 104140800 - 29683200 = 74457600 \text{ руб};$$

$$100 \% - \frac{29683200}{104140800} \cdot 100 \% = 71,5 \%$$

Приведённые выше расчёты показывают эффективность использования услуг инспекции 3-ей стороны при приёмке продукции у поставщиков металла. Это приводит к снижению потерь на 74457600 руб или 71,5 %.

Из приведённых расчётов можно проследить прямую зависимость увеличения эффективности применяемых мероприятий с увеличением объёмов производства. Например, при увеличении объёма производства на 10 %. Это приводит к снижению потерь на 82383360 руб. или 71,9 %.

$$A_2 = 80000 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 32000 \cdot 0,0452 = 114554880 \text{ руб};$$

$$A_{y2} = 80000 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 32000 \cdot 0,0108 + (60 \cdot 80000) = 32171520 \text{ руб};$$

$$\Delta A_2 = A_2 - A_{y2}$$

$$\Delta A_2 = 114554880 - 32171520 = 82383360 \text{ руб};$$

$$100 \% - \frac{32171520}{114554880} \cdot 100 \% = 71,9 \%$$

Аналогичная тенденция эффективности снижения потерь прослеживается с ростом стоимости трубной продукции. Это приводит к снижению потерь на 82383360 руб. или 71,9 %.

$$A_2 = 80000 \cdot 0,9 \cdot 32000 \cdot 1,1 \cdot 0,0452 = 114554880 \text{ руб};$$

$$A_{y2} = 80000 \cdot 0,9 \cdot 32000 \cdot 1,1 \cdot 0,0108 + (60 \cdot 80000) = 32171520 \text{ руб};$$

$$\Delta A_2 = A_2 - A_{y2}$$

$$\Delta A_2 = 114554880 - 32171520 = 82383360 \text{ руб};$$

$$100 \% - \frac{32171520}{114554880} \cdot 100 \% = 71,9 \%$$

Показатель роста эффективности, применяемых мероприятий в зависимости от увеличения объёма производства и роста цены:

$$\Delta A = \Delta A_2 - \Delta A_1$$

$$\Delta A = 82383360 \text{ руб} - 74457600 \text{ руб} = 792576 \text{ руб};$$

$$\Delta A = 71,9 \% - 71,5 \% = 0,4 \%$$

Данные мероприятия показывают высокую эффективность в условиях растущего рынка.

В настоящее время многие крупные компании, в том числе и ОАО «Волжский трубный завод» г.Волжский (ОАО ВТЗ), разработали системы менеджмента качества (СМК), руководствуясь стандартами серии ИСО 9000, имеют перечень соответствующих документов по управлению качеством. Однако зачастую эти СМК существуют только на бумаге или не учитывают все факторы, влияющие на качество. Практически в организациях не ведется системный учет затрат на качество, или же сбор информации о затратах на качество носит поверхностный характер, что не позволяет идентифи-

цировать все процессы деятельности предприятий, влияющие на качество и определить реальные потери.

Для функционирования СМК на ОАО ВТЗ разработано «Руководство по качеству», в котором определен порядок действий по управлению качеством в организации в соответствии со стандартами ИСО 9000. В то же время, представленная в Руководстве схема управления качеством не соответствует заявленным целям ОАО ВТЗ в области качества, поскольку в работах по качеству задействован только отдел под руководством директора по качеству (Приложение А), что противоречит положениям Руководства. Это потребовало пересмотра схемы управления качеством (Приложение Б), в результате чего, в соответствии с Руководством, четко установлены ответственность и контроль за деятельностью в области качества всех структурных подразделений предприятия.

Также нами предложена схема обеспечения эффективности СМК на ОАО «ВТЗ» (Приложение В).

Выполнены анализ входного контроля металлопроката и расчёт экономической эффективности участия инспекции третьей стороны у поставщиков металлопроката, и предложены меры по снижению брака и уменьшению потерь (таблица 1 и 2, рисунок 2 и 3).

#### **Выводы:**

- рассмотрены основные представления о системах менеджмента качества в соответствии со стандартами ИСО 9000 и намечены направления исследования;
- изучена краткая характеристика ОАО «ВТЗ» и СМК для определения проблем и путей их решения;
- исследованы особенности управления затратами на качество и выработаны рекомендации по их снижению;
- выполнены анализ входного контроля металлопроката и расчёт экономической эффективности участия инспекции третьей стороны

у поставщиков металлопроката, и предложены меры по снижению брака и уменьшению потерь.

### **Список литературы:**

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Введ. 31.08.01. М.: Из-во стандартов, 2001. — 31 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9004-2001 Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. Введ. 31.08.01 М.: Из-во стандартов, 2001. — 52 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9001-2001 Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 31.08.01 М.: Из-во стандартов, 2001. — 27 с.
4. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. М.: Высш. шк., 2004. — 767 с.
5. Пономарев С.В. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества: учебное пособие. М.: РИА «Стандарты и качество». 2004. — 248 с., ил.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА

*Кузьменко Никита Андреевич*

*Самофалов Дмитрий Сергеевич*

*Акульшина Ирина Игоревна*

*студенты кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,*

*РФ, г. Старый Оскол*

*E-mail: [dakatuli@bk.ru](mailto:dakatuli@bk.ru)*

*Тимофеева Анна Стефановна*

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент каф. ММ СТИ НИТУ МИСиС,*

*РФ, г. Старый Оскол*

В настоящее время имеет широкое распространение такая отрасль промышленности как электрометаллургия. Одним из агрегатов, выплавляющим сталь является дуговая сталеплавильная печь. Доля выплавленной в мире электростали с каждым годом возрастает. Рост связан как с увеличением количества печей так и с их вместимостью. Расплавление шихты в этом металлургическом агрегате происходит за счет электрической энергии, которая подается на электроды, находящиеся в рабочем пространстве печи. При прохождении по электродам тока между ними возникает дуговой разряд. Электрическая дуга горит непрерывно в процессе плавки и имеет температуру порядка 6000 °С [1, с. 442] в виду чего выделяется большое количество тепла в рабочее пространство печи и происходит расплавление шихтовых материалов. Работа электродов происходит в тяжелейших условиях высоких температур. Поэтому в электропечах применяют неметаллические графитовые электроды.

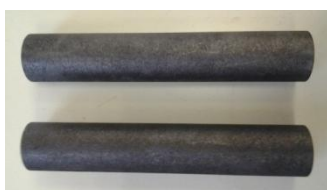
Графитовые электроды имеют цилиндрическую форму. Их получают путем спекания смеси из пекового кокса, термоантрацита, коксика, графитированных отходов, каменноугольного пека и каменноугольной смолы с последующей графитизацией при температуре 2700—2900 °С в течение 100 и более часов, после чего они приобретают необходимые свойства которые являются различными у разных электродов.

К графитовым электродам предъявляются следующие требования:

1. Низкая теплопроводность.

Коэффициент теплопроводности  $\lambda$  (Вт/(м·К)) является физическим параметром, характеризующим способность тела проводить теплоту или интенсивность переноса теплопроводности в веществе и в общем случае зависит от температуры, количества подводимого или отводимого теплоты, давления, пористости, влажности и рода вещества. Значения коэффициента теплопроводности вещества необходимо для аналитического описания процесса теплопроводности в нем.

Нами были выточены из остатков, действующих на производстве электродов экспериментальные графитовые электроды длиной 200 мм и диаметром 35 мм (рис. 1).



***Рисунок 1. Экспериментальные электроды для определения свойств графита***

Определение теплопроводности проводилось с использованием метода динамического  $\lambda$  — калориметра на приборе ИТ- $\lambda$ -400 (рис. 2).



***Рисунок 2. Прибор для измерения теплопроводности ИТ- $\lambda$ -400***

В основе работы прибора лежит процесс монотонного нагрева образца и фиксации перепада температуры.

В данной работе исследовали влияние температуры (от 25 °С до 225 °С) графита на электропроводность. Для определения теплопроводности и теплоемкости изготовлены цилиндрики из графита (по инструкции к прибору) размерами: Н=8 мм D=15 мм.

Для определения тепловой проводимости тепломера  $K_T$  провели серию экспериментов с образцом из стекла из кварца марки КВ ГОСТ 15130-69 и определили проводимость по следующей формуле:

$$K_T = \frac{P_0}{P_T} \cdot \frac{\lambda}{h} \cdot S \cdot (1 + \sigma_c) \quad (1)$$

где:  $P_0$  — перепад температуры на образце, мкВ;

$P_T$  — перепад температуры на рабочем слое тепломера,

мкВ;  $\lambda_{\text{кв}}$  — коэффициент теплопроводности образца из кварца,

Вт/(м·К);  $h_{\text{кв}}$  — высота образца из кварца, м;

$S$  — площадь контакта,

м;  $\sigma_c$  — поправка учитывающая теплоемкость испытуемого образца, рассчитываемая по формуле 2.

$$\sigma_c = \frac{C_0}{2 \cdot (C_0 + C_c)} \quad (2)$$

где:  $C_0$  — полная теплоемкость испытуемого образца из кварца, Дж/К;

$C_c$  — полная теплоемкость стержня тепломера

Данные, полученные при измерении приведены в таблице 1.

Зная тепловую проводимость тепломера, можно провести расчет теплового сопротивления тепломера  $R_k$ . При определении теплового



сопротивления провели ряд экспериментов с образцом из меди. Расчет проводили по формуле 3:

$$R_x = \frac{P_0}{P_T} \cdot \frac{S}{K_T} \cdot (1 + \sigma_c) - \frac{h_M}{\lambda_M} \quad (3)$$

где:  $P_0$  — перепад температуры на образце, мкВ;

$P_T$  — перепад температуры на рабочем слое тепломера, мкВ;

$\lambda_M$  — коэффициент теплопроводности образца из меди, Вт/(м·К);

$h_M$  — высота образца из меди, м;

$S$  — площадь контакта, м;

$\sigma_c$  — поправка учитывающая теплоемкость испытуемого образца, рассчитываемая по формуле 2;

$K_T$  — тепловая проводимость тепломера рассчитанная по формуле 1.

**Таблица 1.**

**Определение тепловой проводимости тепломера  $K_T$**

t	$P_0$ , мкВ	$P_T$ , мкВ	$\lambda_{KB}$ , Вт/(м·К)	$C_0(t)$ , Дж/(кг·К)	$C_M(t)$ , Вт/(кг·К)	$C_c$	$C_0$	$\sigma_c$	$K_T$
25	210	42	1,342	730	385	16,181	1,278	0,037	0,323
50	210	46	1,413	770	392	16,475	1,348	0,038	0,311
75	230	50	1,426	820	396	16,643	1,435	0,040	0,317
100	330	66	1,461	840	400	16,811	1,470	0,040	0,353
125	380	76	1,492	870	403	16,937	1,523	0,041	0,361
150	400	82	1,527	895	405	17,021	1,566	0,042	0,361
175	410	90	1,571	925	406	17,063	1,619	0,043	0,347
200	430	98	1,617	950	408	17,147	1,663	0,044	0,344
225	450	106	1,665	975	410	17,231	1,706	0,045	0,343

Данные эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Определение теплового сопротивления тепломера  $R_K$ 

t	$\Pi_0$ , мкВ	$\Pi_t$ , мкВ	$\lambda_m$ , Вт/(м·К)	$K_T$	$C_0$	$\sigma_c$	$C_c$	$R_K$	$R_{K\text{ ср.}}$
25	230	210	384	0,323	6,05	0,136	16,2	0,00065	0,00057
50	220	200	381	0,311	6,16	0,136	16,5	0,00068	
75	200	190	379	0,317	6,23	0,136	16,6	0,00064	
100	240	220	377	0,353	6,29	0,136	16,8	0,00059	
125	240	230	376	0,361	6,34	0,136	16,9	0,00055	
150	200	190	375	0,361	6,37	0,136	17,0	0,00056	
175	140	150	374	0,347	6,38	0,136	17,1	0,00051	
200	110	130	373	0,344	6,41	0,136	17,1	0,00047	
225	100	120	373	0,343	6,45	0,136	17,2	0,00046	

Далее произвели уточненный расчет тепловой проводимости тепломера  $K_T^*$  с учетом среднего значения теплового сопротивления  $R_K$  по формуле (4):

$$K_T^* = \frac{\Pi_0}{\Pi_T} \cdot \frac{\lambda_{кв}}{h_{кв}} \cdot S \cdot (1 - \sigma_K + \sigma_C) \quad (4)$$

где:  $\Pi_0$  — перепад температуры на образце, мкВ;

$\Pi_T$  — перепад температуры на рабочем слое тепломера, мкВ;

$\lambda_{кв}$  — коэффициент теплопроводности образца из кварца, Вт/(м·К);

$h_{кв}$  — высота образца из кварца, м;

$S$  — площадь контакта, м<sup>2</sup>;

$\sigma_c$  — поправка учитывающая теплоемкость испытуемого образца рассчитываемая по формуле 2;

$K_T$  — тепловая проводимость тепломера рассчитанная по формуле 1;

$\sigma_K$  — поправка учитывающая тепловое сопротивление  $R_K$  рассчитанная по формуле (5)

$$\sigma_k = R_K \frac{\lambda_{кв}}{h_{кв}} \quad (5)$$

где:  $R_K$  — тепловое сопротивление тепломера;

$\lambda_{кв}$  — коэффициент теплопроводности образца из кварца, Вт/(м·К);

$h_{кв}$  — высота образца из кварца, м;

Результаты расчета приведены в таблице 3.

**Таблица 3.**

**Уточненный расчет тепловой проводимости тепломера  $K_T^*$ .**

t	$\Pi_0$ , мкВ	$\Pi_t$ , мкВ	$\lambda_{кв}$ , Вт/(м·К)	$\sigma_k$	$K_T^*$	$K_T$ ср
25	210	42	1,342	0,201	0,261	0,307
50	210	46	1,413	0,083	0,286	
75	230	50	1,426	0,084	0,291	
100	330	66	1,461	0,086	0,324	
125	380	76	1,492	0,088	0,330	
150	400	82	1,527	0,090	0,330	
175	410	90	1,571	0,093	0,316	
200	430	98	1,617	0,096	0,313	
225	450	106	1,665	0,098	0,311	

Параметры  $K_T^*$  и  $R_K$  не зависят от свойств испытуемого образца и являются постоянными величинами.

Коэффициент теплопроводности графита определяется по формуле 6:

$$\lambda = \frac{h_0}{R_0} \quad (6)$$

где:  $h_0$  — высота образца, м;

$R_0$  — тепловое сопротивление образца определяемое по формуле (7):

$$R_0 = \frac{\Pi_0 \cdot S \cdot (1 + \sigma_c)}{\Pi_T \cdot K_T} - R_K \quad (7)$$

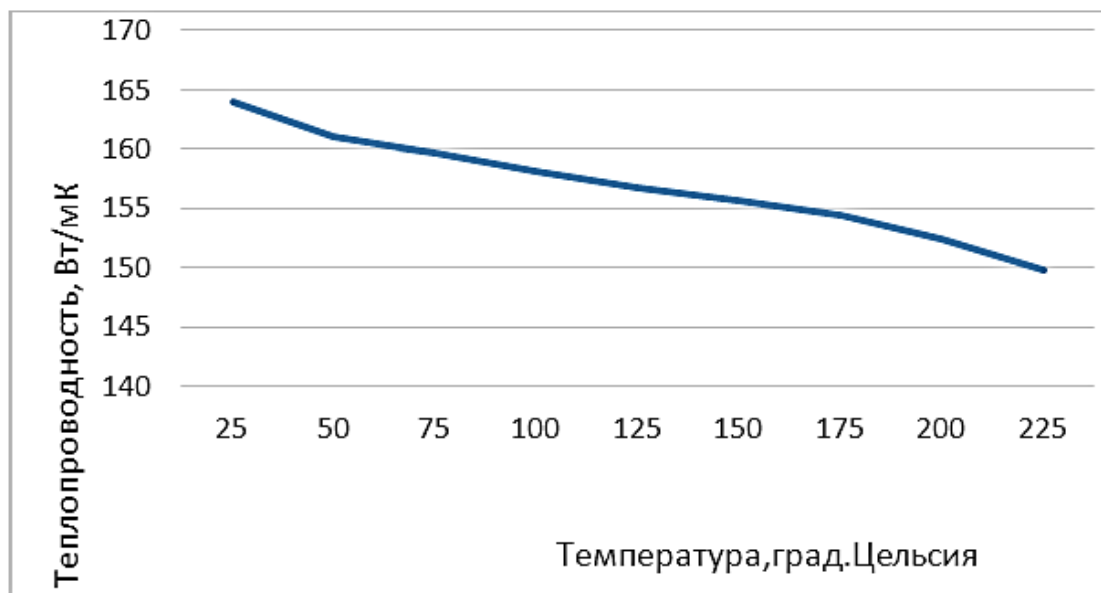
Результаты приведены в таблице 4

**Таблица 4.**

**Расчет теплового сопротивления и теплопроводности образца**

t	C <sub>c</sub>	C <sub>гр(t)</sub>	C <sub>0</sub>	σ <sub>c</sub>	Π <sub>0</sub> , мкВ	Π <sub>t</sub> , мкВ	R <sub>0</sub>	λ
25	16,18	704	1,76	0,0491	260	340	0,0002195	163,98
50	16,47	717	1,79	0,0491	260	340	0,0002235	161,04
75	16,64	724	1,81	0,049	260	340	0,0002255	159,62
100	16,81	732	1,83	0,0491	260	340	0,0002276	158,2
125	16,94	737	1,84	0,0491	260	340	0,0002295	156,83
150	17,02	741	1,85	0,0491	250	340	0,0002311	155,75
175	17,06	743	1,86	0,0491	250	340	0,0002331	154,41
200	17,15	746	1,87	0,049	240	330	0,0002362	152,43
225	17,23	750	1,88	0,0491	240	330	0,0002402	149,88

Анализируя полученные данные получили зависимость теплопроводности от температуры  $\lambda=164,8-0,063 \cdot t$  ;  $R^2=0,98$  (рис. 3).



**Рисунок 3. Зависимость теплопроводности графита от температуры**

Таким образом, имея заранее температуру графита можно определить его теплопроводность по полученной формуле. Представленная зависимость

показывает, что теплопроводность графита уменьшается с увеличением температуры.

## 2. Теплоемкость графитового электрода.

Для определения теплоемкости графита применяли прибор «Измеритель теплоемкости ИТ-С-400» (рис. 4).



**Рисунок 4. Внешний вид прибора ИТ-С-400**

По определению теплоемкость это физическая характеристика, которая определяется отношением полученного телом тепла, к приращению его температуры. В нашем случае тепловой поток пронизывающий образец будет складываться из двух величин:

$$Q_T = Q_{обр.} + Q_{амп.} \quad (8)$$

$Q_{обр}$  — тепловой поток идущий на разогрев испытуемого образца.  $Q_{амп}$  — тепловой поток идущий на разогрев ампулы. О величине теплового потока можно судить по перепаду величин: тепловой проводимости  $K_T$ , и температуре  $\Delta T$ . Параметр тепловой проводимости  $K_T$  является постоянным для прибора, и зависит лишь от температуры образца.

Для правильного определения  $K_T$  необходимо провести градуировку, которая заключается в проведении опыта с эталонным образцом. Согласно ГОСТ 859-78, в качестве эталонного образца может быть выбран медный образец. Тогда расчет  $K_T$  будем проводить по следующей формуле:

$$K_T = \frac{C_{э.обр} \cdot m_{э.обр}}{\bar{\tau}_T - \bar{\tau}_T'}$$

где:  $C_{э.обр}$  — удельная теплоемкость эталонного образца, Дж/(кгК);

$m_{э.обр}$  — масса эталонного образца ;

$\bar{\tau}_T$  — среднее время запаздывания в экспериментах с эталонным образцом, с;

$\bar{\tau}_T'$  — среднее значение времени на тепломере в экспериментах с пустой ампулой, с.

После калибровки необходимо провести эксперимент с образцом из графита. По результату эксперимента фиксировалось значение запаздывания на тепломере. Реальную удельную теплоемкость графита рассчитывали по формуле (9)

$$C_{обр} = \frac{(\bar{\tau}_{обр} - \bar{\tau}_0) \cdot K_T}{m_{обр}} \quad (9)$$

где:  $\bar{\tau}_{обр}$  — среднее время запаздывания на тепломере с образцом,

$\bar{\tau}_0$  — среднее время запаздывания тепломера с пустой ампулой,

$m_{обр}$  — масса образца из графита.

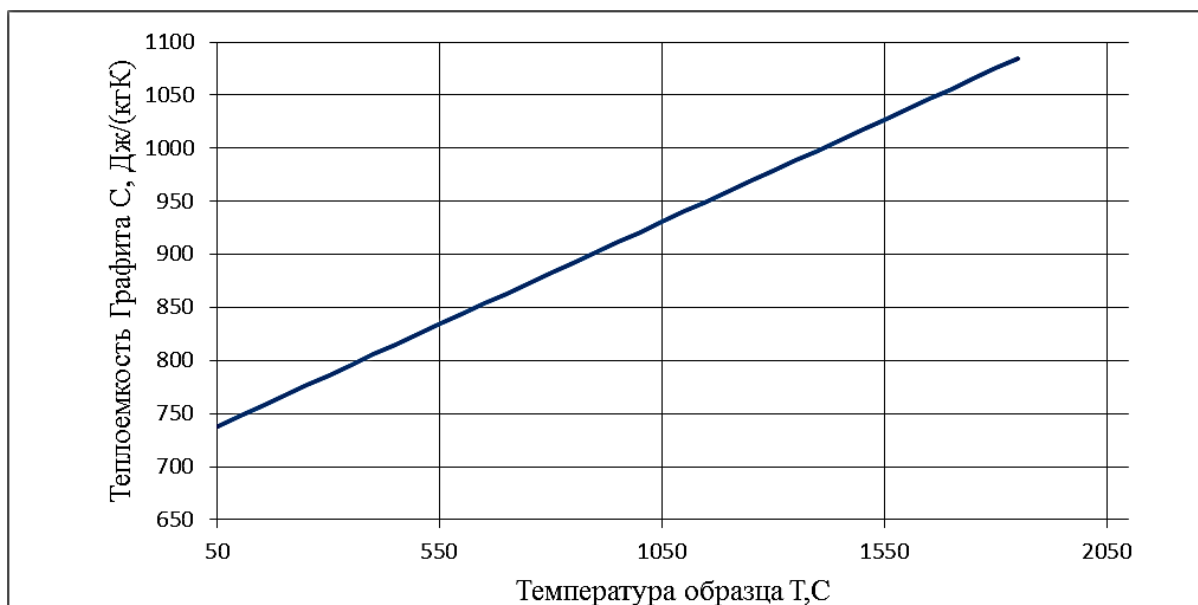
Результаты измерения и расчётные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5.

## Измерение теплоемкости графита

	Пустая ячейка	Ячейка с графитом	Ячейка с медью	Табл. данные		
T, °C	t <sub>0</sub> , сек	t <sub>обр</sub>	t <sub>э</sub> , сек	C <sub>э.обр.</sub> , Дж/(кг К)	K <sub>T</sub>	C <sub>гр.</sub> , Дж/(кг К)
25	8,48	20,6	16,5	385	0,094	723,310
50	8,25	27,29	16,8	392	0,096	736,461
75	7,08	26,1	16,9	396	0,097	743,976
100	6,18	26,62	17,2	400	0,098	751,491
125	6	26,37	17,2	403	0,099	757,127
150	5,61	26,22	17	405	0,100	760,885
175	5,61	32	17,5	406		762,764
200	5,3			408		766,521
225	5,19			410		770,278

Обработав полученные данные с помощью статического аппарата, была установлена функциональная зависимость  $C_{обр}=f(t_{обр})$  (рис.5), с коэффициентами уравнения  $b_0=728,459$ ,  $b_1=0,192$  и коэффициент корреляции  $r^2=0,86$ , при заданной вероятности 95 %.



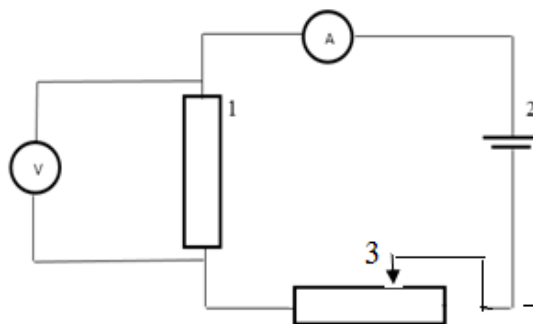
**Рисунок 5. График зависимости удельной теплоемкости графита от температуры**

Функциональная зависимость имеет вид  $Y = 728,459 + 0,192 X$ . Зная функциональную связь, мы можем спрогнозировать значение удельной теплоемкости графита в зоне рабочих температур. Погрешность нашего измерения оставила:

$$\frac{\Delta C_{обр}}{C_{обр}} = 5,529\%$$

### 3. Электропроводность графитового электрода.

Для измерения удельного сопротивления образца использовались экспериментальные электроды (рис. 1), которые входили в электрическую схему (рис. 6). На электроде с торцов его были прикреплены пластинки из меди по диаметру электрода, для более точного снятия значений падения напряжения.



**Рисунок 6. Электрическая схема для определения удельного сопротивления. 1 — электрод графитовый, 2 — источник постоянного тока, 3 — реостат**

Об удельном сопротивлении электрода судили по падению напряжения и перепаду тока в цепи. Изменяли падение напряжения 5 раз и находили усредненное значение удельного сопротивления электрода по формуле [1]:  $\rho = U \cdot S / (I \cdot l)$ , где  $U$  — напряжение на электроде,  $I$  — величина тока,  $S$  — сечение электрода. Проведя эксперимент, получили следующее значение сопротивления образцов из графита и удельного сопротивления графита.



$$R = 0,792 \text{ Ом}; \rho = 0,015 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Исследуемые свойства полезны в области электрометаллургии. По ним можно судить о качестве графитовых электродов используемых в дуговой сталеплавильной печи, т. е. электрод должен обладать как можно меньшим коэффициентом теплопроводности и теплоемкости для снижения потерь тепла и окисления поверхности электрода воздухом; для того, чтобы электрод мог выдержать токи большой мощности он должен обладать низким удельным сопротивлением.

### **Список литературы:**

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. в 76 Общая металлургия [Текст]: учебник для вузов / Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. 6-изд., перераб и доп. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 — 768 с: 253 ил. ISBN 5-94628-062-7.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УГАРА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ**

***Лесунов Сергей Сергеевич***

*студент 4 курса кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,  
РФ, г. Старый Оскол*

***Бредихина Ксения Николаевна***

***Рязанов Алексей Юрьевич***

***Тимофеева Дарья Сергеевна***

*студенты 3 курса кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,  
РФ, г. Старый Оскол  
E-mail: [dakatuli@bk.ru](mailto:dakatuli@bk.ru)*

***Тимофеева Анна Стефановна***

*научный руководитель, к.т.н., доцент кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,  
РФ, г. Старый Оскол*

Нагрев слитков и заготовок перед прокаткой осуществляется с целью повышения его пластичности и уменьшения его сопротивления деформации. Нагрев является одной из важных и основных операций в процессе прокатки. Он должен обеспечить равномерное распределение температуры по сечению прокатываемого металла, его минимальное окисление и обезуглероживание [1].

Продолжительность нагрева металла определяется физико-химическими свойствами нагреваемой стали, температурными условиями, зависящими от конструкции печи, расположения металла в печи, формы и размеров нагреваемых изделий и др. [2].

Правильно выбранный режим и температурные интервалы нагрева позволяют получить однофазную структуру. Благодаря диффузии происходит перераспределение примесей и выравнивание состава металла (гомогенизация).

При неправильном режиме нагрева неизбежны перегрев, пережог, повышенный угар металла, оплавление, обезуглероживание или науглероживание и плохая структура, а также могут появиться трещины, рванины, образования плены. Несоблюдения установленных режимов охлаждения

и нагрева металла приводит к образованию «скворечников», разрушению металла при нагреве или получению продольных и поперечных трещин.

При нагреве металла происходит окисление его с образованием окалины, которая является источником потерь годного металла. Угар металла при нормальной работе нагревательных устройств составляет 1—2 % массы металла, а при неудовлетворительной работе до 4—5 %. Если учесть, что при прокатке слитка металл нагревают несколько раз, то можно принять угар в среднем 3—4 % массы металла. Кроме того, окалина при прокатке вдавливается в металл, что ухудшает качество поверхности [3].

На образование окалины влияет температура, продолжительность пребывания металла при высоких температурах, скорость нагрева и печная атмосфера. Образование окалины протекает более энергично при температурах выше 900—1000 °С. Окисление металла в печи тем больше, чем дольше металл находится в печи при высоких температурах. Угар тем меньше, чем больше скорость нагрева. Для уменьшения угара процесс горения газов должен протекать при наименьшем избытке воздуха и с наибольшей полнотой, причем давление в печи должно быть положительным [2].

На окисление металла оказывает также влияние отношения поверхности нагреваемого металла к его объему: чем больше это отношение, тем сильнее окисление металла.

Режим нагрева металла зависит от марочного состава садки. Технологический процесс нагрева и гомогенизации непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) перед прокаткой на крупносортно-заготовочном стане «700» определен инструкцией ТИ П.03-94-2012. Для нагрева используем образцы углеродистую сталь попадающую в 1 группу нагрева. Соответствие сталей различных марок группам нагрева представлено в таблице 1 [1].

## Соответствие сталей различных марок группам нагрева

№ группы нагрева	Марки стали
1	Ст.0-6; 10-50; 20ПВ.; Д; 15-45Х; 15-50Г; 18-30ХГТ; 25ХГМ; 20-35ХГСА; 15-38ХМ; 30ХМА; 15ХФ; 12Х1МФ; 09Г2С; 15Г-40Г; 20Г2-40Г2; 13ГФ; 20Г2Р; 17Г1; 36Г2С; 37Г2С; 35Г2Ф;

Определение угара в нагревательных печах ОЭМК было проведено методом моделирования процесса нагрева в лабораторных условиях в печи SNOL 7,2/1100 и SNOL 7,2/1300.



*Рисунок 1. Печь муфельная SNOL 7,2/1100*



*Рисунок 2. Печь муфельная SNOL 7,2/1300 , программируемая*

Угар определялся разницей увеличения массы образца при нагреве. Нагрев 1 группы проходил по режиму, применяемому в нагревательных печах ОАО «ОЭМК» (таблица 2).

Размеры образца 1 без покрытия: Диаметр — 25 мм, высота — 31,9 мм, масса — 127 г.

Размеры образца 2: Диаметр — 24,1 мм, высота — 31,9 мм, масса — 115,5 г.

Для второго образца использовали покрытие № 1.

**Таблица 2.**

**Режим нагрева сталей 1 группы**

Номер зоны	Температура в зонах печи, °С	Продолжительность нагрева, мин
1	950	45
2	1020	45
3	1190	22,5
4	1220	22,5
5	1170	22,5
6	1200	22,5

Согласно инструкции первая зона печи имеет температуру 950°С. Образцы 1 и 2 помещаются в печь(SNOL 7,2/1300) при этой температуре, время нахождения образцов в 1 зоне 45 минут. После чего взвешиваем образцы и переносим в печь (SNOL 7,2/1100) с температурой 1020 °С, соответствующей зоне нагрева 2. Время нахождения образцов во второй зоне 45 минут. По завершению времени нагрева, быстро взвешиваем образцы и переносим в печь (SNOL 7,2/1300) с температурой 1190 °С. Время нахождения образцов в третьей последующих зонах по 22,5 минут (табл. 2). Измерения проводятся аналогично.

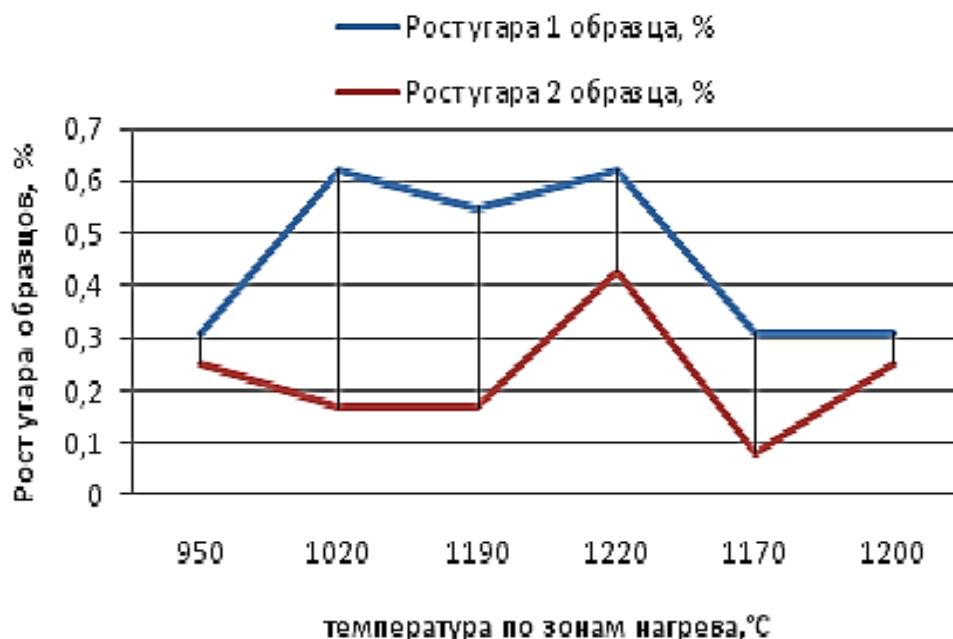
Рост масс образцов по зонам нагрева представлен в таблице 3.

**Таблица 3.**

**Рост масс образцов по зонам нагрева**

№ зон нагрева	Образец 1, г	Образец 2,г	Рост угара 1 образца, %	Рост угара 2 образца, %
	127	117,7		
1	127,4	118	0,31	0,25
2	128,2	118,5	0,62	0,17
3	128,9	118,7	0,55	0,17
4	129,7	119,3	0,62	0,43
5	130,1	119,4	0,31	0,08
6	130,5	119,7	0,31	0,25
Итого	130,5	119,7	2,76	1,7

Анализируя данные, можно отметить, что нанесение покрытий на образец дает уменьшение угара в 1,62 раза в процентах.



**Рисунок 3. Рост угара металла от температуры нагрева по зонам**

По полученным практическим данным видно, что рост угара металла при температуре 1020 °C вызван продолжительностью нагрева в этой зоне. Рост угара в четвертой зоне связан с высокой температурой нагрева 1220 °C и временем пребывания образцов в печи.

В таблице 3 представлен общий угар в печи составляет по массе 1,7 % с покрытием образца и 2,76 % без покрытия.

Это кажется незначительным для данного образца, но в печь садку материала производят по массе значительно превышающими представленными.

Просчитаем экономию стали в переводе на действующее предприятие ОАО «ОЭМК» на одну печь производительностью 150 т/час.

По инструкции в печь одновременно может быть посажены блюмы сечением (360x360) мм<sup>2</sup> и их количество определяется длиной заготовок по инструкции технологии нагрева [3]. Возьмем один из вариантов 8800 мм — 4 штуки, 11700 мм — 3 штуки, 5000 мм — 4 штуки.

Тогда общая масса

$$7800 \text{ кг/м}^3 * 9,76 \text{ м}^3 = 76128 \text{ кг} = 76,128 \text{ т.}$$

Угар составляет 36кг/т заготовки. Определим угар металла для данной садки:

$$76,128 * 36 = 2740,61 \text{ кг} = 2,741 \text{ т или } 3,6 \text{ \%}.$$

Угар при применении покрытий в 1,62 меньше в процентах, тогда это равно:

$$3,6 / 1,6 = 2,25 \text{ \%}.$$

Разница в угаре составит:

$$2,741 - 2,741 / 3,6 * 2,25 = 1,028 \text{ т.}$$

При себестоимости углеродистой стали 14400руб экономический эффект определится:

$$14400 \text{ руб./т.} * 1,028 \text{ т.} / 76,128 \text{ т.} = 194,45 \text{ руб./т.}$$

### **Список литературы:**

1. Нагрев и гомогенизация непрерывнолитых заготовок в СПЦ-1 Т. И. П. 03-94-2012, ОАО «ОЭМК», — 35 с.
2. Нагрев металла перед прокаткой [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://profznanie.com/prokatka/prokatka-nagrev.html> (дата обращения 23.11.2013).
3. Угар и обезуглероживание металла при нагреве [Электронный ресурс]: — Режим доступа. — URL: <http://xn-80awbhbdcfu.su/ugar> (дата обращения 23.11.2013).

## **СЕКЦИЯ 5.**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ**

#### **ПОЛУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА НА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ**

***Должиков Вадим Сергеевич***  
*студент 4 курса кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,*  
*РФ, г. Старый Оскол*  
*E-mail: [adekolon\\_007@mail.ru](mailto:adekolon_007@mail.ru)*

***Шишкин Вячеслав Дмитриевич***  
*студент 1 курса кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,*  
*РФ, г. Старый Оскол*  
*E-mail: [dakatuli@bk.ru](mailto:dakatuli@bk.ru)*

***Елисеева Кристина Александровна***

***Груздов Виталий Сергеевич***  
*студенты 3 курса кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,*  
*РФ, г. Старый Оскол*

***Тимофеева Анна Стефановна***  
*научный руководитель,*  
*канд. техн. наук, доцент кафедры ММ СТИ НИТУ МИСиС,*  
*РФ, г. Старый Оскол*

В нашей стране металлургическое производство играет важнейшую и определяющую роль, от которой зависит экономика всего государства. Практически во всех переделах металлургии процессы протекают при высоких температурах. Вопрос энерго- и ресурсосбережения определяется чаще всего свойствами футеровочного материала в агрегатах. Огнеупорный материал может быть различным. Одним из видов такого материала является огнеупорный бетон. Огнеупорный бетон - это смеси огнеупорных заполнителей и цементов, которые при затвердевании превращаются в камнеподобный материал, способный сохранять заданные механические свойства при длительном воздействии высоких температур. В последнее время



огнеупорная промышленность развивается бурными темпами, появляются различные безобжиговые огнеупорные изделия. Огнеупорные бетоны можно рассматривать и сравнивать с обычными бетонами, так как они состоят из аналогичных компонентов: огнеупорного заполнителя, инертного при обычных температурах, и вяжущего вещества минерального или органического происхождения.

Огнеупорные бетоны имеют некоторые преимущества перед другими видами обожженных огнеупорных изделий:

1. в монолитной бетонной футеровке полностью отсутствуют швы, а в случае применения крупных бетонных блоков число швов значительно уменьшается;

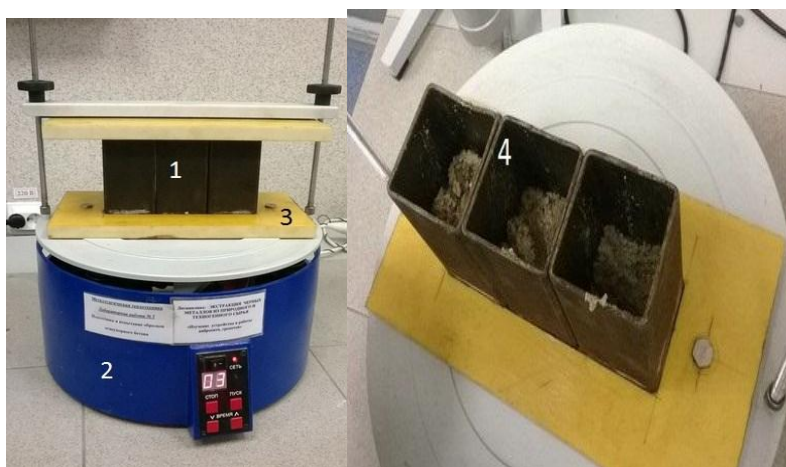
2. обжиг традиционных огнеупорных изделий, как правило, происходит в окислительной среде и фазовый состав обожженных изделий характеризуется соответственно оксидными формами тех или иных компонентов смеси. Служат же эти огнеупоры в большинстве случаев в восстановительной среде при температурах, при которых оксидные формы становятся неустойчивыми. Поэтому в обожженных изделиях любого типа в условиях службы происходят изменения фазового состава, сопровождающиеся часто изменением объема минералов, что приводит к уменьшению прочности огнеупорных изделий. В огнеупорных же бетонах изменение фазового состава происходит только в инертном заполнителе;

3. при изготовлении обжиговых изделий происходит кристаллизация минералов из жидкой фазы, образовавшейся при высоких температурах. В условиях службы наблюдается обратный процесс — растворение этих минералов в жидкой фазе. Поскольку удельные объемы вещества в жидком и твердом состояниях различны (объем расплава окисных веществ примерно на 10% больше объема твердого вещества), то кристаллизация минералов сопровождается субмикроскопической пористостью, обуславливающей

повышение свободной энергии огнеупора и, следовательно, его повышенную реакционную способность.

В Белгородской области изготовлением огнеупорного бетона занимается фирма «НК-ТЕПЛОХИММОНТАЖ». Одной из марок огнеупора является СМКРБТ (смесь муллитокремнеземистая бетонная). Из нее получают плотный огнеупорный бетон. Данная огнеупорная смесь применяется для футеровки различных высокотемпературных тепловых агрегатов в качестве рабочего или армирующего слоя футеровки, крышки сталеразливочных ковшей, изготовление горелочных камней, изготовление сложнофасонных изделий. Данный огнеупорный бетон относится к типу алюмосиликатных (группа муллитокремнеземистые), где определяющим химическим компонентом является  $Al_2O_3$ . Состав сухой смеси состоит из следующих веществ: МЛС-62 (70 % по массе), МКС-72 (5 % по массе), цемент Secar-71 (25 % по массе).

Для изучения свойств и характеристик, а также проведения испытаний, огнеупорного бетона в лабораторных условиях необходимо получать образцы из данного материала. Согласно ГОСТ Р 52541-2006 «Бетоны огнеупорные. Подготовка образцов для испытаний» были смоделирована лабораторная установка для получения образцов и 3 изложницы из квадратной трубы размерами  $(100 \times 60 \times 60) \text{ мм}^3$  (рис. 1).



**Рисунок 1. Общий вид лабораторной установки: 1 — изложницы, 2 — вибропривод ВП-30Т, 3 — пластины из гетинакса, 4 — общий вид изложницы для заливки бетонной смеси**

Для лучшего извлечения образцов из формы с одной стороны они были разрезаны по высоте и посередине оснащены специальными проушинами с резьбой, которые в свою очередь с помощью болта могут смыкать и размыкать формы. В качестве виброплощадки был использован вибропривод ВП-30Т. Для укрепления изложниц на стол вибропривода нами были изготовлены 2 пластины из слоистого прессованного материала — гетинакса. По центру нижней пластины сделана выемка под формы размером  $(180 \times 60)$  мм<sup>2</sup> и глубиной 4 мм для того, чтобы формы были плотно закреплены.

Согласно ГОСТ Р 52541-2006 и с помощью смоделированной лабораторной установки мы получали образцы огнеупорного бетона.

Подготовка образцов для испытания включает следующие этапы:

1. Подготовка огнеупорной бетонной смеси

На 3 изложницы мы брали и взвешивали в процентном соотношении компоненты: МЛС-62 (70 % по массе), МКС-72 тонкомол (5 % по массе), цемент Secar-71 (25 % по массе). Масса всей смеси 1200 грамм.

2. Приготовление огнеупорной бетонной массы

Этот этап включает сухое перемешивание огнеупорной массы, добавление в нее воды комнатной температуры, а также регистрация количества этой воды, необходимого для получения сырой смеси (рис. 2).



**Рисунок 2. Получение огнеупорной смеси: а) сухое перемешивание; б) добавление воды**

Воды добавлялось ровно столько, чтобы получился нераспадающийся при окомковании шаровый комок (рис.3).



***Рисунок 3. Определение оптимального количества воды***

Количество воды, потребовавшегося на приготовление 1200 грамм смеси — 0,2 л, следовательно, на 100 кг сухой бетонной смеси потребуется 16,7 л.

Образцы из плотных огнеупорных бетонов формируют способом вибрации. Этот этап мы проводили с помощью виброплощадки. В изложницы, которые предварительно были изнутри покрыты смазкой (литолом), мы накладывали полученную бетонную смесь. Для получения куба (60×60×60) мм<sup>3</sup> внутри изложниц была сделана отметка (рис. 4). Затем в течение одной минуты включали виброплощадку.



***Рисунок 4. Изложницы со смесью после формования***

Изложницы с образцами необходимо выдерживать 24 часа при комнатной температуре в увлажняющей камере. Вместо увлажняющей камеры мы использовали воздухонепроницаемую полиэтиленовую пленку (рис. 5).



***Рисунок 5. Отвердевание образцов***



***Рисунок 6. Полученные образцы***

После извлечения образцов из изложниц, их подвергали сушке в муфельной печи при температуре 110 °С, регистрируя через каждый час изменение массы. Сушку проводили до тех пор, пока после повторной сушки



в течение 1 ч результат взвешивания отличается от предыдущего не более чем на 0,1 %.



*Рисунок 7. Сушка образцов*

После сушки образцы охлаждали до температуры окружающей среды в эксикаторе.

Обжиг мы проводили в муфельной печи при  $t=1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Нагрев до этой температуры производили 3 часа со скоростью  $7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . Выдерживали при этой температуре 2 часа.



*Рисунок 8. Обожженный образец*

С помощью созданной лабораторной установки получили образцы из огнеупорного бетона СМКРБТ. определение физических свойств этого бетона: кажущаяся плотность  $2,09 \text{ кг/м}^3$ , прочность на сжатие. Относительное удлинение при  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  составляет 1 %, предел прочности при сжатии после обжига составил  $49 \text{ кН/мм}^2$ . Если сравнить с бетоном фирмы «НК-ТЕПЛОХИММОНТАЖ», то относительная погрешность для каждой величины не превышает 2 %. Таким образом, экспериментальная установка для получения огнеупорного бетона может применяться и для исследований различных характеристик и видов огнеупорных бетонов.

# **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕФТЯНОЙ ПЛАСТ**

***Рочев Виктор Олегович***

*студент 4 курса Ухтинского горно-нефтяного колледжа,  
РФ, Республика Коми, г. Ухта  
E-mail: [yuliy-baskakova@yandex.ru](mailto:yuliy-baskakova@yandex.ru)*

***Баскакова Юлия Ленфридовна***

*научный руководитель, канд. соц. наук, доцент БФСГАУ,  
г. Балашов*

Применение микробиологических методов в практической деятельности человека известно давно. Это и сельское хозяйство, и хлебопечение, и молочная промышленность. В природе многие микробиологические процессы протекают очень интенсивно, что позволяет их использовать в хозяйственной деятельности.

Научные основы биотехнологии в геологии составляют биологические свойства микроорганизмов и особенности их жизнедеятельности в месторождениях полезных ископаемых. Биотехнологии представляют собой совокупность прикладных аспектов геологической микробиологии — угольной, рудной и нефтяной.

В угольной микробиологии существенным является борьба с метаном в угольных шахтах, борьба с агрессивными водами. Очистка стоков предприятий угольной промышленности.

В нефтяной промышленности к главным аспектам относятся: повышение нефтеотдачи пластов, поиск нефтяных и газовых месторождений, очистка стоков нефтяной промышленности. Существующие способы добычи позволяют извлекать не более половины нефти. Следовательно, увеличение нефтеотдачи пластов даже на десять процентов стало бы равносильно открытию новых месторождений.

В сороковые годы XX века Зобелл в США провел первые лабораторные опыты с применением микроорганизмов для повышения нефтеотдачи



платов. Промысловые эксперименты с закачиванием мелассы вместе со сбразивающими ее микробами через скважину неоднократно проводились как в России, так и за рубежом. Так, стойкий положительный эффект был получен в Польше, при этом нефтеотдача повысилась на 20 %.

Следующие микробиологические процессы могут привести к повышению нефтеотдачи пластов:

- образование кислот, растворяющих известковые породы и тем самым повышающие их коллекторные свойства;
- образование таких газов, как метан, углекислый газ, сероводород и других, которые, растворяясь в нефти, увеличивают ее подвижность;
- разрушение тяжелых нефтяных углеводородов до более подвижных соединений;
- выделение поверхностно-активных веществ, уменьшающих связь нефти с породой;
- замещение нефтяных пленок, обволакивающих поверхность пород, клетками сорбирующихся на них микроорганизмов;
- улучшение смачивающих свойств нефтяных и глинистых суспензий, остающихся на буре.

К преимуществам микробиологических методов относятся небольшие капитальные затраты, отсутствие необходимости в специальных инженерно-технических разработках, Но есть и проблемы применения этих методов. Основными из них являются сложность физико-химической структуры нефтяных залежей как среды для жизнедеятельности микроорганизмов, трудности контроля микробиологических процессов в условиях нефтяной залежи. Здесь на помощь приходит вычислительный эксперимент, который предназначен для изучения, прогнозирования и оптимизации сложных многопараметрических процессов. В математических моделях, описывающих процессы микробиологического воздействия на нефтяной пласт, учитывается влияние экологических факторов на распространение, видовой состав

и активность микроорганизмов, их роль в процессе трансформации нефти: снижение вязкости, увеличение давления на пласт и пр.

Рассматривается задача микробиологического воздействия на нефтяной пласт. Поровое пространство среды будем считать заполненным водой — «первая» фаза, нефтью — «вторая» фаза и газом — «третья» фаза. Относящиеся к ним величины будем соответственно обозначать индексами 1, 2, 3. В пласте существует два вида бактерий: углеводородокисляющие (УВОБ) и бродильные (ББ), а также продукты их жизнедеятельности: кислород и кислоты — продукты УВБО, спирты — продукты ББ.

Пусть пласт двумерный. Насыщенность порового пространства  $i$ -ой фазой обозначим  $S_i$ , тогда

$$S_1 + S_2 + S_3 = 1 \quad (1)$$

Обобщенный закон Дарси и уравнение сохранения массы воды и нефти позволяют записать уравнения фильтрации:

$$m \frac{\partial S_1}{\partial t} + \frac{\partial u_1}{\partial x} = -Q_1 \quad (2)$$

$$m \frac{\partial S_2}{\partial t} + \frac{\partial u_2}{\partial x} = -Q_2 \quad (3)$$

$$u_1 = -\frac{k f_1}{\mu_1} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (4)$$

$$u_2 = -\frac{k f_2}{\mu_2} \frac{\partial P}{\partial x} \quad (5)$$

где:  $x$  — координата,

$t$  — время,

$m$  — пористость,

$(u_i, v_i)$  — вектор скорости фильтрации  $i$ -ой фазы,

$P$  — давление,

$k$  — проницаемость,

$f_i$  — относительная проницаемость  $i$ -ой фазы,

$\mu_i$  — вязкость  $i$ -ой фазы,

$Q_i$  — поток  $i$ -ой фазы.

Добавим уравнение для давления

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = Q \quad (6)$$

где:  $Q$  — функция, учитывающая потоки трех фаз.

Введем концентрации бактерий:  $n_1$  — концентрация УВБО,  $n_2$  — концентрация ББ.

Запишем уравнения баланса бактерий, считая, что они находятся в водной фазе:

$$m \frac{\partial}{\partial t} (n_1 S_1) + \frac{\partial}{\partial x} (u_1 n_1) = \omega_1 n_1 - d_1 n_1 - \alpha_1 \omega_2 n_2 + Q_3 \quad (7)$$

$$m \frac{\partial}{\partial t} (n_2 S_1) + \frac{\partial}{\partial x} (u_1 n_2) = \omega_2 n_2 - d_2 n_2 + Q_4 \quad (8)$$

где:  $\omega_1, \omega_2$  — функции, характеризующие рождение УВБО и ББ соответственно,

$d_1, d_2$  — функции, характеризующие смерть УВБО и ББ соответственно,

$\alpha_1$  — коэффициент, учитывающий тот факт. Что ББ поглощают часть УВБО;

$Q_3, Q_4$  — потоки УВБО и ББ соответственно.

Уравнения баланса субстратов — продуктов жизнедеятельности ББ и УВБО запишем. Учитывая тот факт, что вещество, способное растворяться в двух растворителях, распределяется между ними так, что отношение его концентраций в этих растворителях при постоянной температуре остается

постоянным, независимо от общего количества растворенного вещества. При этом, продукт жизнедеятельности УВБО — кислород, может находиться в первой и третьей фазах, а кислоты и спирты — в первой и второй фазах:

$$m \frac{\partial}{\partial t} [c_0 (S_3 + \gamma_1 S_1)] + \frac{\partial}{\partial x} (u_1 C_0) = \lambda_1 \quad (9)$$

$$m \frac{\partial}{\partial t} [c_1 (S_1 + \gamma_2 S_2)] + \frac{\partial}{\partial x} (u_1 c_1 + u_2 c_1) = \lambda_2 \quad (10)$$

$$m \frac{\partial}{\partial t} [c_2 (S_1 + \gamma_3 S_2)] + \frac{\partial}{\partial x} (u_1 c_2 + u_2 c_2) = \lambda_3 \quad (11)$$

где:  $c_0$  — концентрация кислорода, продукта жизнедеятельности УВОб;

$c_1$  — концентрация кислоты, продукта жизнедеятельности УВОб;

$c_2$  — концентрация спирта, продукта жизнедеятельности ББ;

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  — константы;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  — функции, характеризующие поглощение и образование субстратов бактериями.

Краевые условия для системы уравнений (1)—(11) имеют вид:

при  $t = 0$ :  $n_1 = n_1^0, n_2 = n_2^0, c_0 = c_0^0, c_1 = c_2 = 0, S_1 = S_1^0, S_2 = S_2^0, u_1 = u_1^0, u_2 = 0, P = P_0$ .

При  $x = 0$ :  $n_1 = n_1^*, n_2 = n_2^*, c_0 = c_0^*, c_2 = c_3 = 0, S_1 = S_1^*, S_2 = S_2^*, u_1 = u_1^1, u_2 = 0, P = P^*$ .

Численный алгоритм решения задачи (1)—(11) с учетом краевых условий основан на ее конечно-разностной дискретизации по пространственным переменным и комбинации двух типов метода расщепления для реализации по временной координате. При этом систему необходимо упростить, вводя безразмерные переменные. В модели последовательно используется идея метода расщепления по физическим процессам и по геометрическим координатам.

Численный эксперимент достаточно согласуется с лабораторными исследованиями на кернах по оценке выживаемости в пористой среде бактерий и добычи с их помощью нефти из керна.

В результате опытов получено, что газ, вырабатываемый бактериями, увеличивает нефтеотдачу. При использовании микроорганизмов нефтеотдача керна возрастает в среднем по сравнению с заводнением на 32 %, если нефть легкая и на 19 %, если нефть тяжелая.

К существенным достоинствам микробиологических методов следует отнести их экологическую чистоту и практическую безотходность, поскольку в них используют только естественную микрофлору пласта и небольшое количество минеральных солей, а также систему водоснабжения для поддержания пластового давления. Собственный потенциал естественной микрофлоры может быть использован для очистки почвы от нефти и нефтепродуктов в результате аварий на нефтепроводах. Разработка нефтяных месторождений приводит к разливу нефти и выводу из строя больших сельскохозяйственных территорий. Рекультивация земли в этих случаях очень сложная и дорогая. И здесь не обойтись без новых технологий. Микробиологические исследования, проведенные в средней полосе России, показали, что на загрязненных территориях, где проводились полевые испытания, наблюдалось снижение концентрации нефти в 1,5—4 раза, а к концу летнего сезона появлялась растительность. Многолетний опыт показал, что применение микробиологических методов позволяет в течение одного-двух сезонов осуществить очистку воды и почвы на больших площадях.

Таким образом, применение новых технологий способствует стабилизации добычи полезных ископаемых, решению экологических проблем, что в свою очередь сказывается на устойчивом развитии всего региона.

### **Список литературы:**

1. Баскакова Ю.Л. Математическое моделирование процесса микробиологического воздействия на пласт с целью повышения нефтеотдачи. // Проблемы освоения природных ресурсов Европейского Севера. Сборник научных трудов. Ухта, 1994.
2. Ентов В.М., Зазовский А.Ф. Гидродинамика процессов повышения нефтеотдачи. М.: Недра, 1989. — 232 с.
3. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: МГУ, 1987. — 256 с.

## СЕКЦИЯ 6. РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА

### СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА

*Ефимов Василий Григорьевич*

*Макаров Егор Тимофеевич*

*Назаров Сандал Алексеевич*

*студенты, ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный Федеральный университет  
им. М.К. Аммосова»,  
РФ, г. Якутск  
E-mail: [breq93@mail.ru](mailto:breq93@mail.ru)*

*Протодьяконова Галина Юрьевна*

*научный руководитель, канд. пед. наук, доцент кафедры МТС,  
зав. кафедрой эксплуатации, обслуживания информационных систем  
ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный Федеральный университет  
им М.К. Аммосова»,  
РФ, г. Якутск*

Оптимальным компромиссом, на наш взгляд, был бы выпуск производителями крышки аккумулятора или чехлов с солнечными элементами. Данный вариант мы и предлагаем сделать самостоятельно.

Для конструирования солнечной батареи использованы солнечная батарея мощностью 4 Вт, паяльные принадлежности, штекеры разъемом 3,5 мм и RCA «тюльпан», штекеры питания для мобильных устройств, контейнеры для аккумуляторов (батарейные отсеки).

Солнечная батарея получилась довольно слабой, но дешевой и компактной. Зарядки хватает примерно на час использования, что вполне приемлемо.

Активный образ жизни современного человека подразумевает, что досуг он большей частью проводит не в бетонных джунглях мегаполиса, а на лоне природы. Но эта самая природа почему-то не озаботилась питанием наших

мобильных любимцев. Розетки на деревьях отсутствуют, а прожорливые гаджеты постоянно просят кушать. Между тем нас щедро (особенно в эти дни) и абсолютно бесплатно снабжают солнечной энергией. Остается только воспользоваться этим даром.

Уже несколько лет ведущие производители телефонов с завидной регулярностью выпускают модели с солнечными батареями (например, LG GD510), а количество зарядных устройств, способных преобразовывать энергию солнца, достаточно велико — на любой вкус.

Однако «солнечные» телефоны по своим характеристикам представляют собой довольно слабые в техническом плане модели и пользуются небольшим спросом. Зарядник же на солнечных батареях — это дополнительный вес, объем и затраты. Оптимальным компромиссом, на наш взгляд, был бы выпуск производителями крышки аккумулятора или чехлов с солнечными элементами. Данный вариант мы и предлагаем сделать самостоятельно.

Актуальность применения энергоэффективных и энергосберегающих технологий сегодня очевидна. И не в последнюю очередь по этой причине все большую популярность обретают такие альтернативные источники энергии, как солнечные батареи. Солнечные батареи представляют собой агрегаты, которые способны трансформировать солнечный свет в электрический ток, что достаточно экономично и удобно.

В настоящее время солнечные батареи не являются эксклюзивным и труднодоступным товаром — их свободно можно приобрести у производителей и поставщиков, причем, стоимость их будет достаточно доступной для самого широкого круга покупателей.

Преимущества использования такого оборудования, как солнечные батареи: это экономичность, практичность, доступность и функциональность.

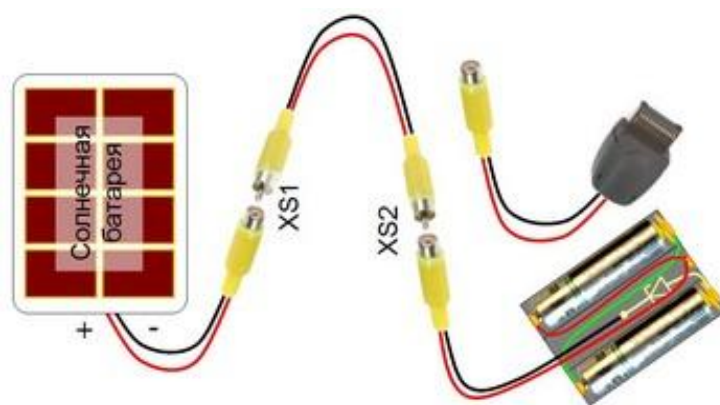
Плюсы альтернативной энергии можно выделить:

1. Альтернативная энергия не дорожает с течением времени
2. Удобность и простота в применении

Сколько же электроэнергии потребляет зарядка телефона? Поскольку зарядных устройств для телефонов сегодня множество, то потребление зарядника лучше рассчитать самостоятельно, учитывая цифры по напряжению и силе тока, которые указаны на каждом зарядном устройстве. В среднем же зарядники мобильных телефонов потребляют около 5 Ватт за час работы, то есть зарядки телефона, когда же телефон не заряжается — то зарядное устройство всё равно потребляет электроэнергию, правда меньше, но потребляет! Равно как и даже просто включенное в электросеть зарядное устройство так же потребляет электричество! Так что всегда отключайте все зарядные устройства из сети, если не используете!

Для более-менее точно расчёта потребления электроэнергии определённого зарядного устройства нужно посмотреть данные, которые предоставлены на надписи (наклейке) на заряднике. Смотрим, что написано на выходе — должно быть напряжение «В» и сила тока «мА», например: 5 В и 550 мА. Умножаем 5 В на 0,55 А получаем 2,75 Ватта (в час) потребляет такая зарядка. Но это приблизительные данные, поскольку нужно учитывать различные погрешности и прочие технические фишки. В любом случае, зарядка не будет потреблять электричества более, чем в 2 раза выше расчётного. Потому мы и взяли среднее потребление около 5 Ватт в час.

Описание процесса сборки зарядного устройства займет больше времени, чем сама сборка. Поэтому проще взглянуть на схему:



**Рисунок 1. Метод подключения для подзарядки пальчиковых батареек**



Отметим, что приведенные выше батареи уже оснащены собственным разъемом-гнездом (круглый разъем питания, как в ноутбуке, диаметром 5,5 мм и штырем 2,1 мм). Поэтому штекер разъема XS1 для таких батарей будет соответствующим.

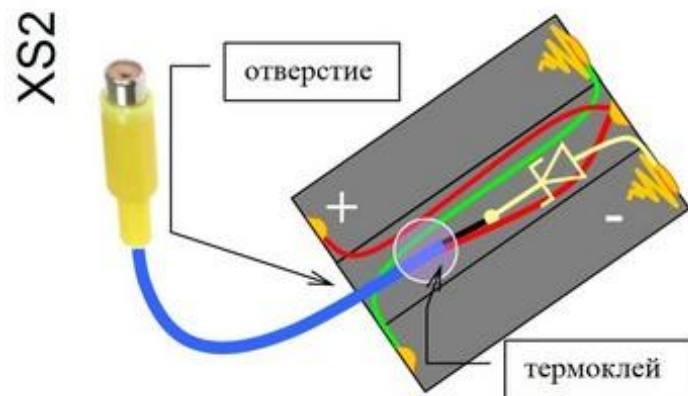


*Рисунок 2. Штекер*



*Рисунок 3. Штекер*

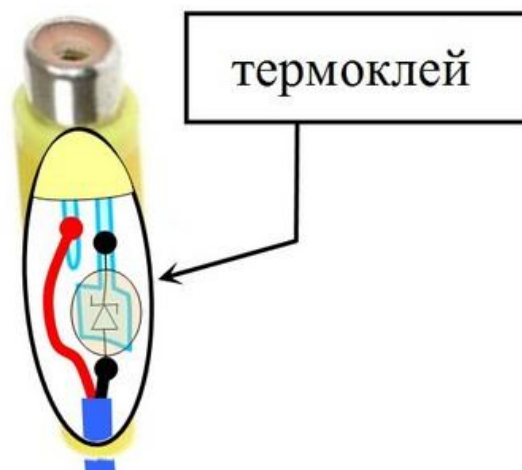
Более подробно остановимся на контейнере для батареек. Как видно из схемы сборки, средний отсек трехбатарейного контейнера используется, так сказать, не по назначению. В отверстие, получившееся после удаления пружинного контакта, входит провод от гнезда разъема XS2, внутри же расположены проводники и диод Шоттки.



**Рисунок 4. Схема подключения штекера к проводам**

Для надежности положительная жила припаяна к оставшемуся контакту среднего отсека (туда же припаян и положительный провод контейнера). Повысит надежность капля термоклея, хотя термоклеем можно залить и весь средний отсек.

Если в распоряжении оказался контейнер на две батарейки, диод можно запрятать в корпусе гнезда XS2, зафиксировав его каплей термоклея. Подобным образом поступим и в случае изготовления зарядника для телефона.



**Рисунок 5. Диод в корпусе гнезда XS2**

Во-первых, напоминаем, что все манипуляции с мобильной электроникой вы проводите на свой страх и риск.

Во-вторых, надо иметь в виду, что при снижении освещенности снижается «отдача» со стороны солнечной батареи. Соответственно, снижается и ток зарядки. Теоретически, зарядка прекратится, когда напряжение на выходе солнечной батареи станет меньше напряжения, которое на выходе заряжаемого в данный момент аккумулятора (т. е. меньше 3—4 В). Здесь главное не то, что зарядка остановилась, а то, что аккумулятор не разряжается через солнечную батарею (для этого в схеме и используется диод). Проводить солнечную подпитку лучше всего на свежем воздухе. Обычное стекло задерживает ультрафиолетовые волны и отдача снижается. Уточним, солнечная батарея получает основную долю энергии от света в видимом диапазоне волн, добавка от ультрафиолета небольшая. Стекло реально задерживает много света, например, 4мм идеально чистого оконного стекла «съедают» около 15 %. А если оно ещё и грязное, то реально иметь получить снижение тока вдвое и более от номинала.

### **Список литературы:**

1. Григорий Атабеков. Основы теории цепей: учеб. пособие. Издательство Лань, 2006. — 432 с.
2. Запасный А.И. Основы теории цепей: учеб. пособие. М: РИОР, 2006. — 336 с.

## **СЕКЦИЯ 7.**

### **РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

#### **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*Соснин Алексей Леонидович*

*Трусов Валерий Александрович*

*студенты 5 курса, кафедра ТМСИ, филиал ЮУрГУ в г. Златоусте  
E-mail: [balid@hotmail.ru](mailto:balid@hotmail.ru)*

*Максимов Сергей Павлович*

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, декан факультета техники  
и технологии филиала ЮУрГУ в г. Златоусте*

На сегодня основные проблемы энергетики связаны с возрастающим ростом народонаселения Земли, дефицитом энергии и ограниченностью топливных ресурсов. Современное энергоснабжение более чем на 80 % базируется на невозобновляемых источниках энергии. Именно поэтому остро встает вопрос о снижении энергозатрат. Европейский комитет по стандартизации планирует внедрить к 2020 году директиву “Energy Perfomance of Buildings Directive”, предусматривающую минимальные требования для отдельных компонентов здания. В эту директиву также будет входить пункт о сертификации энергоэффективности вентиляции и кондиционирования воздуха.

Вентиляция разделяется на два класса: естественная и механическая. Механическая вентиляция в силу своей высокой эффективности получила преимущественное распространение при проектировании производственных и складских помещений. Она подразделяется на местную (для удаления каких-либо вредных веществ из рабочей зоны), общеобменную (приточная, вытяжная, приточно-вытяжная) и аварийную, которая используется для дымоудаления

на начальных стадиях пожара для обеспечения эвакуации людей, а также удаления вредных веществ при превышении их ПДК [3].

Цель дипломного проекта заключается в разработке энергоэффективной механической вентиляции для складского помещения, в котором требуется поддержание определённых температурных режимов для хранения продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ существующих решений в этой области;
- подбор и расчёт элементов вентиляционной системы;
- выбор управляющего контроллера;
- разработка алгоритма работы вентиляционной системы;
- разработка управляющей программы контроллера;
- проектирование схемы электрической принципиальной шкафа системы

автоматического управления вентиляцией.

Объектом дипломного проекта является приточно-вытяжная вентиляционная установка.

Предмет проекта — процесс создания энергоэффективной вентиляционной установки для складского помещения. После составления подробного технического задания был проведён анализ существующих технических решений в данной области, который показал, что наиболее энергозатратными элементами системы механической общеобменной вентиляции являются следующие элементы: двигатель вентилятора и теплообменники.

Для экономии тепла в холодный период года используют рециркуляцию воздуха в помещении. Вентиляции с рециркуляцией воздуха представляет собой систему, где часть забираемого из помещения воздуха смешивается с холодным наружным воздухом, нагревает его до необходимой температуры и затем подает в помещение. Эта система может быть применена только в том случае, если воздух, поступающий из помещения, не содержит вредных веществ и токсичных примесей. Тогда как объем наружного воздуха

в этой смеси должен соответствовать всем санитарно-гигиеническим нормам, и должен быть не меньше значения санитарной нормы, предусмотренной для данного типа помещения [6, с. 64].

Система с рециркуляцией воздуха позволяет снизить энергопотребление на нагрев воздуха, так как тепловая мощность нагревателя расходуется в основном на изменение температуры только той части воздуха, которая забирается с улицы [1].

Однако, как показал анализ работы установки, режимов ее работы, размеров складских помещений и возможных колебаний температур, нельзя при регулировании подобных систем ограничиваться лишь температурой, получаемой на выходе из канала. Поэтому для решения данной проблемы было предложено использовать двухкаскадное регулирование. Первым каскадом регулирования являются пределы температуры в приточном канале, которые поддерживаются заслонками рециркуляции. Вторым каскадом являются усреднённые значения температурных датчиков, установленных в самом складском помещении, и которые регулируются путём изменения производительности вентилятора.

Таким образом, за счёт двухкаскадного регулирования будет достигнут необходимый температурный режим и сэкономлена частично электроэнергия, затрачиваемая на работу электрокалорифера.

Известна также приточно-вытяжная система с рециркуляцией и электрическим нагревателем, которую организуют, когда необходим дополнительный нагрев воздуха зимой при очень низких значениях наружной температуры, когда регулирующий клапан открыт на 100 %, но теплопроизводительности заслонок не хватает. В этом случае можно подогревать воздух нагревателем. Недостатком в этом случае может быть конденсация влаги или выпадение инея в смесительной камере, обмерзание неизолированных элементов системы (клапанов). Кроме того, существует и проблема качественного смешивания воздуха. Рассмотрим систему, в которой рециркуляционный воздух поступает

в камеру смешивания, например, сверху. В этом случае рециркуляционный воздух отжимает холодный приточный воздух вниз. В результате температура меняется в очень широких пределах. Таким образом, на разные участки калорифера поступает воздух с различной температурой. Автоматика с помощью регулирующего клапана на теплоносителе устанавливает такую тепловую производительность калорифера, чтобы средняя температура воздуха на выходе из системы соответствовала желаемой. Но непосредственно за калорифером профиль температуры воздуха остается по-прежнему сильно неоднородным.

Поэтому при выборе конструкции камер смешивания в условиях холодного климата с температурой ниже  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  следует избегать систем с малой продольной длиной. Лучший вариант — смешивать воздух каким-либо образом заранее, на достаточном расстоянии от калорифера.

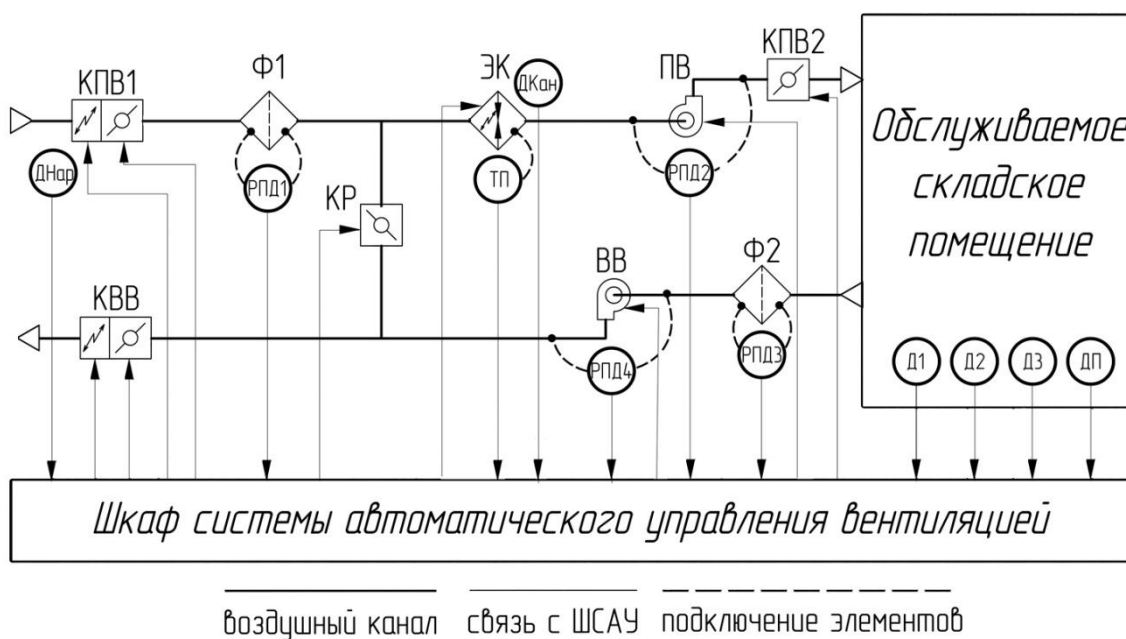
Уровень рециркуляции зависит от температуры на выходе из приточного канала. Клапан рециркуляции в холодный период года работает в противофазе с основным приточным клапаном. Например, при открытом клапане рециркуляции на 20 %, основной клапан приточного воздуха будет открыт на 80 %. Соответственно, когда установка находится в дежурном режиме, основной клапан закрыт, а клапан рециркуляции полностью открыт.

Если уровень рециркуляции максимален, а температура притока недостаточна, то в работу включается электрический нагреватель.

Схема работы установки представлена на рисунке 1. Датчик наружной температуры необходим для автоматического переключения между режимами работы системы в тёплый и холодный период года. По показаниям датчика канальной температуры происходит регулирование процента открытия клапана рециркуляции. Реле перепада давления служат для определения работы вентиляторов, а также для определения засорения фильтров. Пожарный датчик необходим для автоматического отключения вентиляционной установки при возникновении пожара в помещении.

Исходя из параметров помещения типовым решением для предложенной задачи будет являться приточно-вытяжная установка с системой рециркуляции воздуха. В систему рециркуляции входят заслонки рециркуляции и электрический нагреватель (электрокалорифер).

Схема такой установки представлена ниже на рисунке 2. Был составлен алгоритм работы такой установки, учитывающий многофакторную специфику работы вентиляции.

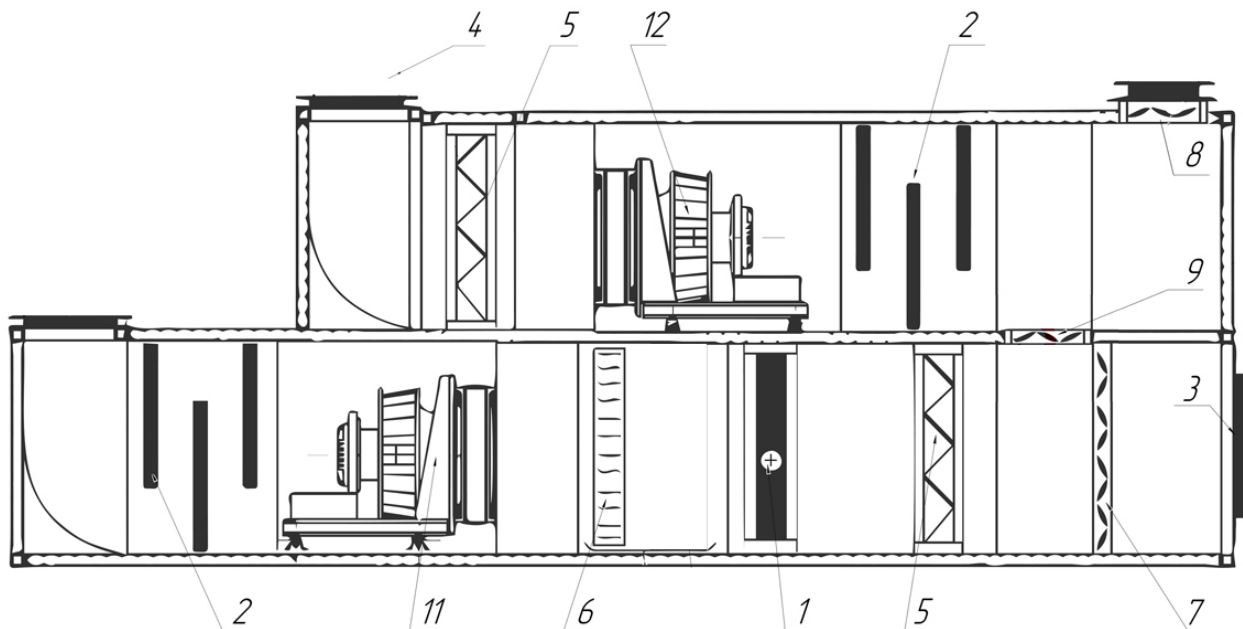


**Рисунок 1. Схема работы установки приточно-вытяжной вентиляции**  
**КПВ1 и КПВ2** — клапаны приточной вентиляции;  
**КР** — клапан рециркуляции; **Ф1 и Ф2** — фильтры;  
**ЭК** — электрический нагреватель; **ПВ** — приточный вентилятор;  
**ВВ** — вытяжной вентилятор; **ДНар** — датчик наружной температуры;  
**ДКан** — датчик канальной температуры;  
**Д1, Д2 и Д3** — комнатные датчики температуры;  
**ДП** — пожарный датчик;  
**ТП** — термостат перегрева электрокалорифера;  
**РПД1, РПД2, РПД3, РПД4** — реле перепада давления

При подаче сигнала «Пуск» на контроллер, происходит подготовка и запуск необходимых элементов системы. По показаниям датчика наружного, контроллер определяет, что система должна работать в режиме «Зима».



Запускается предварительных прогрев заслонок для защиты от поломки в случае обмерзания. После прогрева заслонки открываются, подаётся сигнал на запуск вентилятора.



**Рисунок 2. Схема вентиляционной установки:**  
**1 — электрокалорифер; 2 — шумоглушитель;**  
**3 — ввод в помещение; 4 — канал вытяжки;**  
**5 — воздушный фильтр; 6 — каплеуловитель;**  
**7 — клапан притока; 8 — клапан вытяжки;**  
**9 — клапан рециркуляции; 11—12 — вентилятор**

При температуре в канале, отличающейся от температуры установки, клапаны рециркуляции изменяют свой уровень открытия. При этом температура в самом помещении также регулируется скоростью вращения вентилятора (если необходимо подогреть воздух, то вентилятор замедляется, если охладить — ускоряется). Когда температура в канале притока и в помещении недостаточна, рециркуляция воздуха устанавливается равной 100 %, а вентилятора становится минимальной. Если по истечению определённого времени температура в канале притока и помещении не будет подниматься, то в работу включится электрический нагреватель, который будет

подогревать воздух. Принципом включения электрокалорифера является широтно-импульсная модуляция. При перегреве ТЭН теплообменника выключается и продувается вентилятором до рабочего состояния.

Когда температура наружного воздуха больше температуры установки, система переключается на режим «Лето». В этом режиме рециркуляция и электрический нагреватель не работают.

При подаче сигнала «Стоп» происходит отключение всех необходимых элементов системы. При этом, если установка до выключения работала в зимнем режиме, то сначала выключается электрический нагреватель, вентилятор и заслонки продолжают работать, чтобы охладить электрокалорифер и предотвратить возможный перегрев или даже выгорание его элементов.

Кроме рециркуляции в системах вентиляции часто используют и рекуперацию. Рекуперация тепла в теплообменниках основывается на передаче части тепла от отработанного воздуха к приточному воздуху. Устройства для рекуперации называются рекуператорами и классифицируются по своему устройству [2].

Риск возникновения обморожения всегда присутствует в холодный период года при работе вентиляционной системы с рекуператором, поэтому необходимостью является датчики контроля работы теплообменника.

На данный момент существует два основных принципа управления пластинчатым рекуператором: контроль перепада давления и контроль температуры [4].

Контроль давления. Как было описано выше, при выпадении обильного количества конденсата или при его кристаллизации на поверхности рекуператора — создается препятствие для потока вытяжного воздуха. Измерение перепада давления до рекуператора и после него в вытяжном канале является решением проблемы контроля обморожения рекуператора. При появлении сигнала о перепаде давления открывается обходной канал

рекуператора или уменьшается производительность приточного вентилятора, для изменения соотношения масс воздушных потоков. Данный принцип работы наиболее просто и не требует больших затрат. Хотя этот метод и наиболее популярен в России, он имеет ряд недостатков.

1. При использовании реле перепада давления затрудняется настройка датчика, т. к. на этапе пуско-наладочных работ симуляция обморожения рекуператора крайне маловероятна, а теоретический подсчет сложен из-за влияния множества факторов.

2. Использование реле не дает полноценной гарантии своевременного сигнала обморожения рекуператора, т. к. на давление создаваемое вентиляционной системой влияет несколько факторов, такие как запыленность фильтров, производительность вентилятора, загрязненность и герметичность воздуховодов.

Контроль температуры. Принцип управления по температуре основывается на определении эффективности нагрева приточного воздуха, это осуществляется измерением температуры в приточном канале до рекуператора и после него. В холодный период года, после проведения пуско-наладочных работ и включения вентиляционной системы в нормальный режим можно определить средний нагрев на рекуператоре, соответствующий нормальной работе. При понижении эффективности рекуператора можно, изменяя степень открытия обходного канала или производительность приточного вентилятора защитить рекуператор. Недостатком данного метода является большая стоимость, по сравнению с методом контроля перепада давления и косвенность определения температуры. Главной причиной обморожения рекуператора является снижение температуры вытяжного воздуха после рекуператора, поэтому измерение температуры приточного воздуха может не дать всей нужной информации о состоянии системы [5].

Рекуператор позволит экономить значительную часть тепла (до 90 %), но его корректная работа возможна только при определенных условиях.

Для этого авторами была предложена схема, в которой подогрев воздуха осуществляется до и после рекуператора.

Нагреватель перед рекуператором необходим для подогрева воздуха на входе в рекуператор, что позволит уменьшить риск заморозки рекуператора. Также нагреватель можно использовать для подогрева низких температур (ниже  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и выхода на расчетные температуры для нагревателя после рекуператора.

Нагреватель после рекуператора позволяет поддерживать необходимую температуру на выходе из канала, нагревая воздух после рекуператора. Необходимость в данном нагревателе присутствует, так как рекуператор является пассивным нагревателем, и его работа не может точно поддерживать нужную температуру, также рекуператор имеет риск обморожения, из-за чего его эффективность может резко снизиться и выходная температура может быть низкой.

Согласно техническому заданию на проектирование требуется разработать энергоэффективную систему вентиляции. В качестве предприятия был выбрана «Октябрьская фанерная фабрика». По предложенной схеме и алгоритму была разработана и внедрена автоматизированная система для приточно-вытяжной вентиляции складского помещения, которая показала высокую эффективность принятых в работе решений.

#### **Выводы по работе:**

1. Рассмотрены основные элементы вентиляционной установки. Рассчитаны основные параметры выбранных элементов вентиляции согласно проектному заданию и нормам СанПиН.

2. Разработана система автоматического управления вентиляционным оборудованием, включая алгоритм защиты от обмораживания пластинчатого рекуператора.

## Список литературы:

1. Вентиляционное оборудование // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ruclimat.ru/catalog/> (дата обращения 12.05.2013).
2. Интеллектуальная система управления инженерными системами // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.dom-intel.ru/magazin/oborudovanie/kontrollery/beckhoff-bx9000.html> (дата обращения 12.05.2013).
3. Климатические и вентиляционные системы // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.vipvozduh.ru/index\\_page\\_161.html](http://www.vipvozduh.ru/index_page_161.html) (дата обращения 4.04.2013).
4. Принципы выбора систем кондиционирования воздуха и вентиляции // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.climatepiter.com> (дата обращения 03.05.2013).
5. Системы вентиляции и кондиционирования // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.fvrklimat.ru/catalog> (дата обращения 23.04.2013).
6. Стомахина Г.И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Справочное пособие. / Г.И. Стомахина М.: Пантори, 2003, — 275 с.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ АЭС

*Целищева Мария Дмитриевна,*

*Серебров Георгий Сергеевич*

*студенты 2 курса, специальности: Автоматизация технологических процессов  
и производств, УрТК-филиал НИЯУ МИФИ,  
РФ, г. Заречный  
E-mail: [45791@mail.ru](mailto:45791@mail.ru)  
E-mail: [gosha.serebrov.96@mail.ru](mailto:gosha.serebrov.96@mail.ru)*

*Трегубченко Алексей Владимирович*

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук,  
доцент УрТК-филиал НИЯУ МИФИ,  
РФ, г. Заречный  
E-mail: [aleksej-tregubchenko@yandex.ru](mailto:aleksej-tregubchenko@yandex.ru)*

Одной из самых потенциально опасных видов энергии — является энергия, вырабатываемая атомными электростанциями. Недооценка факторов опасности может привести к авариям с тяжелейшими последствиями, а ликвидация аварий на АЭС имеет очень продолжительный временной период. К сожалению и при безаварийной эксплуатации АЭС происходят значительные экологические изменения. Поэтому на всех этапах функционирования АЭС (проектирование, строительство, эксплуатация, консервация) должны быть сделаны точные оценки экологических проблем и указаны пути их минимизации. Для оценки экологического ущерба могут применяться различные методики. Но прежде всего, необходимо установить основные факторы опасности и оценить их степень влияния на экологию. В этой работе сделана попытка решить именно эти задачи.

Основные факторы опасности при работе АЭС

1. Радиационное излучение

(альфа, бета, рентгеновское и гамма излучение, нейтроны).

2. Химическое заражение прилегающих территорий:

- радионуклидами
- опасными нерадиоактивными изотопами

### 3. Тепловое воздействие

(системы охлаждения)

### 4. Механическое воздействие

Степень влияния радиации на здоровье человека зависит от вида излучения, времени и частоты. Наиболее опасно для человека гамма-излучение, имеющее наибольшую проникающую способность, которое может привести к серьезным заболеваниям, генетическим нарушениям и даже смерти.

Даже работая в штатном режиме, любая АЭС фонит, и, безусловно, наносит существенный вред биосфере и населению. Вред наносят и выбросы образующихся в реакторе радионуклидов, которые распространяются;

- с аэрозольными выбросами
- с жидкими отходами (водой);
- с твердыми радиоактивными отходами.

Малые уровни облучения от АЭС так же могут оказывать значительный отрицательный эффект вызывая мутации. Из радиоактивных веществ выбрасываемых АЭС особое внимание следует уделять тритию, (Т). Образовавшийся на АЭС тритий, поступает в окружающую среду, минуя очистные барьеры. Содержание Т, в жидких сбросах, при нормальной работе АЭС намного превосходит по абсолютному значению содержание всех остальных нуклидов, а в газообразных выбросах уступает только количеству радиоактивных благородных газов (РБГ). Во-вторых, Т легко проникает в биологические ткани, вызывая мутагенные нарушения. В-третьих, Т обладает большим периодом полураспада (12,4 лет) и является глобальным загрязнителем природных комплексов. В частности, содержание трития в воде Белоярского водохранилища, за время наблюдений, варьировало от уровня техногенного фона 5 Бк/л до 67 Бк/л.

Средняя концентрация трития, в период с 1996 по 2003 г, составила  $11 \pm 3$  Бк/л, что примерно в два раза превышает уровень техногенного фона и достоверно свидетельствует о вкладе Белоярской АЭС [1, 3].

Атомные электростанции загрязняют в окружающую среду так же такими веществами как плутоний — 239, стронций и цезий — 137.

Одним из самых известных нерадиоактивных веществ выбрасываемых атомной электростанцией является дейтерий. Количество дейтерия в обычной воде всего 15 грамм в тонне, но из-за техногенных факторов его концентрация, в определенных водоемах, может быть значительно выше. Известно, что повышенные концентрации дейтерия весьма отрицательно влияют на живые объекты, сокращая продолжительность жизни, замедляя рост растений. Однако концентрация дейтерия в воде Гостом не нормируется.

Проблемой является и утилизация радиоактивных отходов. Их ликвидация после выработки ресурса может составить до 20 % стоимости строительства АЭС. Более того, радиоактивные отходы необходимо хранить длительное время, и еще не найдено технически правильного решения безопасного захоронения.

Охлаждение атомных реакторов является важным фактором влияния на экологию, так как повышает температуру окружающей среды. Чаще всего для охлаждения используется вода, однако она, обогащаясь изотопами, становится потенциально опасной для человека и окружающей среды. Атомные реакторы можно охлаждать и другими теплоносителями, например натрием. Такой способ охлаждения применяется на Белоярской атомной электростанции, работающей на быстрых нейтронах. Этот способ охлаждения опасен тем, что натрий горит на воздухе и при его утечке неизбежно возникнет пожар.

С целью проверки теплового воздействия Белоярской АЭС, нами проведены измерения температуры воздуха в г. Заречный и в с. Мезенское, расположенном в 7 км южнее.

Измерения проводились одновременно, в одно и то же время, в 8 ч утра.

Результаты представлены на рисунке 1. Видно, что температура в г. Заречный на несколько градусов выше. Исследования наглядно доказывают



тепловое воздействие АЭС на окружающую среду. Аналогично, можно показать влияние и других вредных воздействий на экологию.



*Рисунок 1. График температуры в г. Заречный и с. Мезенское*

Измерения проведены с 11 по 23 марта 2013 г. 1 ряд — температура в г. Заречный, 2 ряд — в с. Мезенское [2].

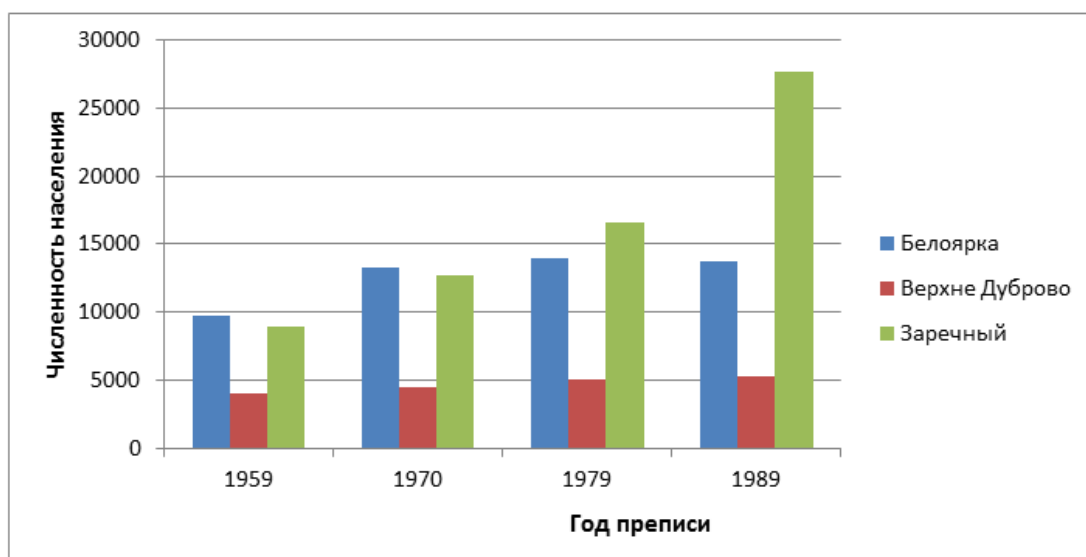
Безопасность работы АЭС зависит от многих факторов, в том числе и от контрольно-измерительных приборов (КИП) и надежных систем управления, подготовки персонала. Нарушения в работе АЭС по вине оперативного персонала (ОП) из числа всех нарушений составляют около 20 %, а анализ причин нарушений по вине ОП показал, что основа их в недисциплинированности, невнимательности, отсутствии самоконтроля и просто усталости.

Воздействие может быть и положительным, например демография г. Заречный имеет явно положительный тренд.

На рисунке 2 приведена гистограмма изменения численности населения в г. Заречном и для сравнения в районном центре пгт. Белоярском и п. Верхне-Дуброво, расположенных на расстоянии 15 и 30 км, соответственно. Видно,

что численность в г. Заречный, за рассматриваемый период выросла более чем в 4 раза, в то время как приведенных населенных пунктах изменения незначительны.

Кроме того, в городе построена вся необходимая инфраструктура, полностью обеспечивающая жителей всем необходимым.



**Рисунок 2. Изменение численности населения по переписи [2]**

### Оценка величины влияния АЭС на окружающую среду

Каждый из рассмотренных факторов дает свой негативный вклад в экологию региона. В целом величину влияния АЭС можно оценить по сумме долей всех контролируемых вредных факторов, см. формулу (1):

$$Вл = \sum_{i=0}^n pi\% = \left(\frac{p-p_0}{p_0}\right)k1 + \frac{x-x_0}{x_0} k2 + \frac{t-t_0}{t_0} k3 + \dots + \frac{d-d_0}{d_0} kn * 100\%, \quad (1)$$

где: Вл — суммарный параметр изменения экологии, в процентах,

$p_0, x_0, t_0, \dots, d_0$  — экологические параметры среды до начала воздействия, (например до начала строительства АЭС),

$p_0$  — радиационный уровень,

$x_0$  — уровень химического загрязнения,

$t_0$  — средняя температура в данной местности и т. д.)

$p, x, t, \dots, d$  — экологические параметры среды в момент измерения.

$k_1, k_2, k_3, k_n$  — нормирующие коэффициенты

Предлагаемая формула позволяет учитывать влияние большого числа вредных факторов, как в отдельности, так и комплексно.

Далее, приняв состояние окружающей среды до начала строительства за 100 % — (начальное экологическое состояние точка отсчета), вычтем рассчитанную величину Вл.

$$100 \% - \text{Вл} = \text{ЭСС}, \quad (2)$$

где: ЭСС — комплексное экологическое состояние среды

Для ориентирования и принятия нормативных и управленческих решений, можно ввести несколько уровней экологической опасности, см. таблицу 1.

**Таблица 1.**

### Уровни экологического состояния окружающей среды

Значение величины ЭСС		Возможные уровни ЭСС
1	Более 90 %	Допустимое
2	75 %—90 %	Опасное
3	75 %—50 %	Критическое
4	Менее 50 %	Катастрофическое

При определении уровней необходимо пользоваться соответствующими значениями ПДК.

**Таблица 2.**

### Изменение экологического состояния окружающей среды

Параметры	До строительства АЭС	Изменения после строительства АЭС	Влияние на экологию региона	Влияние на экологию в %
Площадь	41650 км <sup>2</sup>	На -38 км <sup>2</sup>	0,0009	0,99 %
Температура	265,7 К	269,7 К	0,015 К	1,5 %
Население	1000	На +30400	0,967	96,7 %
Радиация	5—12 мкР	До 7—14 мкР	—	—

## **Выводы**

- Строительство, эксплуатация, консервация АЭС наносит экологический ущерб окружающей среде, который должен быть оценен комплексно.
- На всех этапах жизненного цикла АЭС необходим строгий экологический контроль за основными факторами опасности и расчет комплексной величины влияния на экологию региона.
- В расчетах комплексной величины влияния обязательно следует учитывать и положительное воздействие на экологию региона.
- Для принятия нормативных и управленческих решений необходимо ориентироваться возможными уровнями экологического состояния среды.

## **Список литературы:**

1. Белоярская АЭС. Справка [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.anti-atom.ru/ab/node/1932>
2. Голубева А.А., Целищева М.Д. Трегубченко А.В. Экологические проблемы АЭС Общероссийская заочная научно-практическая конференция студентов ОУ СПО, НПО и ВПО. Тезисы докладов, г. Самара, 2013, — с. 84—85.
3. Михайловская Л.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н. Радионуклиды в экосистемах зоны жидких сбросов Белоярской АЭС. Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург.

## СЕКЦИЯ 8. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

### МОНИТОРИНГ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ТАБУНА ЧЕРЕЗ GPS-ТРЕКЕР

*Ефремов Николай Васильевич*

*Семенов Руслан Анатольевич*

*Потапов Егор Вячеславович*

*студенты 4 курса, ФГАОУ ВПО «Северо-восточный федеральный  
университет им. М.К. Аммосова»,  
РФ, г. Якутск*

*E-mail: [Efremov.nikolaj.vasilievich@gmail.com](mailto:Efremov.nikolaj.vasilievich@gmail.com)*

*Протодьяконова Галина Юрьевна*

*канд. пед. наук, доцент, ФГАОУ ВПО «Северо-восточный федеральный  
университет им. М.К. Аммосова»,  
РФ, г. Якутск*

### АННОТАЦИЯ

В данной работе исследованы пути внедрения недорогой, эффективной системы спутникового слежения за табуном, разработан морозоустойчивый и долгодержащий GPS-трекер для внедрения на территории Республика Саха Якутия.

Мониторинг передвижения табуна осуществляется через ошейник с GPS-трекером. Предложенный нами метод мониторинга передвижения табуна позволит снизить число потерь и затрат на поимку табуна, что скажется на экономической стабильности сельского хозяйства нашей РС(Я) и предложен метод эффективного мониторинга передвижения табуна через GPS-трекер.

**Ключевые слова:** мониторинг; GPS-трекер; табун; морозоустойчивость; GSM; аккумулятор

Особая актуальность этого мониторинга связана с тем что в настоящее время почти не используют GPS-трекер для мониторинга передвижения В настоящее время в РС(Я) большая проблема в сельской местности: потеря

табуна и затраты времени на поиски. Пропавших лошадей своими силами ищут коневоды, работники крестьянских хозяйств выезжая в тайгу. Вследствие этого возникает необходимость проведения оперативного мониторинга, слежения за передвижением табуна с помощью современных коммуникационных технологий. Этим и определяется **актуальность** темы данного исследования.

Целью исследования является внедрение недорогой, эффективной системы спутникового слежения за табуном, разработать морозоустойчивый и долгодержащий GPS-трекер для территории РС(Я).

Исследование имеющихся аналогов средств мониторинга передвижения животных, выявило что GPS-трекеры в РС(Я) плохо переносят  $-50\text{ C}$  градусный мороз, и имеют сравнительно маленький объем аккумулятора. Но в тоже время GPS-трекер имеет сравнительно маленький размер и недорогая стоимость.

Исходя из этого исследования, мы разработали метод эффективного использования GPS-трекеров мониторинга для передвижения табуна.

В нынешнее время технологии дают нам возможность отслеживать местонахождение табуна. А также скорость её передвижения, продолжительность стоянок, направление движения. Наиболее популярный тип устройств для отслеживания передвижений и определения местонахождения объектов, получил название GPS-трекеры.

Общая схема действия устройства — на животном закреплён передатчик. Величина его зависит от модели трекера, но обычно это коробочка размером примерно со спичечный коробок. Внутри находится батарейка-аккумулятор, GPS определяющий координаты объекта и модем с сим-картой которые табуна. Как показывает исследования в мире везде есть проблемы потерь домашнего животного. Существенным проблемой является на наш взгляд отсутствие GSM сети на некоторых территориях. Хотя на сегодняшний день быстро идет внедрение GSM связи.

GPS маячок прикрепляется на ошейнике животного. Если животное теряется — вы можете мгновенно узнать о его месторасположении через

личный кабинет специального GPS-сервиса или прямо на экране своего телефона режиме реального времени. Вам становится доступной информация о последних перемещениях животного и его нынешнее местонахождение в пределах 2,5 метров — информация обновляется каждые 30 секунд. Если вы имеете координаты, такая точность позволяет обнаружить животное чрезвычайно быстро. Система работает как через стационарные компьютеры, так и через любые мобильные устройства, которые обеспечивают выход в интернет.

Что ещё может GPS-Трекер — можно его настроить на SOS сигнал в виде СМС сообщения на ваш номер в следующих случаях:

- если животное покинуло зону ограничения. Размер зоны задаётся на карте. Например, на рисунке эта зона выделена оранжевым.
- если животное зашло в запретную зону. Такие зоны тоже выделяются на карте. Например, соседские огороды.
- если долго нет движения (животное запуталось, завалилось, застряло, потерялся датчик зацепившись за дерево или его сняли и выкинули и т. п.)
- если животные вдруг начали двигаться с большой скоростью.
- если потерялась сеть или садится заряд батарейки.

Обычное время работы аккумулятора 160 часов, полная подзарядка 3 часа. Бывают модели и с более мощными аккумуляторами.

У этих устройств есть и плюсы, и минусы. Но в любом случае, иметь в своём распоряжении такой вариант контроля лучше, чем мучиться в неведении весь день раздумывая где бродит ваша любимая лошадь. Или не спать ночь, вздыхать и ворочаться, если табун изволил в поле заночевать.

В этой работе мы рассмотрели методы мониторинга передвижения табуна через GPS-трекеры и методы их реализации. Сделан сравнительный анализ аналогов, выявлены недостатки и достоинства аналогов.

Персональный GPS трекер — устройство маленького размера, размером со спичечный коробок и весом всего 60 грамм. Он легко крепится в чехол на ремешке животных. Персональному GPS трекеру не страшен дождь, так как он имеет водозащитный корпус.

GPS трекер передает местонахождение животного каждые 30 секунд. Погрешность на открытой поверхности менее 2,5 метра, что дает высокие шансы найти животное.

Посмотреть, где сейчас находится животное, можно с любой точки мира и с любого компьютера, подключенного в интернет, через удобный сайт, введя свой пароль и логин. Система слежения за животными — это универсальный инструмент, чтобы осуществить отслеживание лошадей, собак, коров, овец, коз и других животных.

Вы можете посмотреть историю передвижения животного за любой период времени. Зарядка персонального GPS трекера происходит, как и обычного мобильного телефона, разъем для зарядного устройства подходит от многих современных мобильных телефонов (miniUSB). Осуществить зарядку также можно даже от USB-порта компьютера либо прикуривателя автомобиля, докупив автомобильное зарядное устройство. Емкость батареи 1300 mAh, что обеспечивает автономную работу около 3 суток. Для увеличения срока автономной работы по желанию пользователя мы увеличиваем интервал передачи местонахождения, что позволяет повысить сроки автономной работы в несколько раз.

**Таблица 1.**

**Сравнительный анализ аналогов**

<b>Характеристики</b>	<b>ГЛОНАСС</b>	<b>GPS</b>
Количество спутников (проектное)	24	24
Количество орбитальных плоскостей	3	6
Количество спутников в каждой плоскости	8	4
Тип орбиты	Круговая (S=0+-0,01)	Круговая
Высота орбиты	19100 км	20200 км
Способ разделения сигналов	Частотный	Кодовый
Скорость передачи цифровой информации, бит/с	50	50



Длительность суперкадра, мин	2,5	12,5
Погрешность* определения координат в режиме ограниченного доступа: горизонтальных, м вертикальных, м	не указана	18 (Р,У-код) 28 (Р,У-код)

*Таблица 2.*

**Научная классификация:**

<b>Царство</b>	<b>Животные</b>
Тип	Хордовые
Класс	Млекопитающие
Отряд	Парнокопытные
Подотряд	Жвачные
Семейство	Лошадиные
Род	Лошадь
Вид	Якутская лошадь

Якутская порода лошадей наиболее морозостойкая имеющая подшёрсток и шерсть длиной 8—15 см. Даже зимой она может кормиться травой под снега разгребая его копытами — тебеневать. Живут на открытом воздухе круглый год летом до +30С и зимой –50 С. Каждый вожак держит свой косяк от 18 до 24 кобыл и жеребят. Средний размер жеребцов высота в холке 139см, косая длина туловища 148 см а охват груди 173 см, охват пясти 19,7 см у кобыл 137—145—171—18,1 см. Масса 6-ти месячных жеребят достигает 105 кг, в 2,5 летнем возрасте 165 кг у взрослых лошадей 228 кг. Средняя цена взрослой лошади 60—70 тыс. рублей.

Подводя итог этого исследования нами сделан вывод о том, что несмотря на отсутствие GSM связи на некоторых территориях РС(Я), мониторинг передвижения табуна в Якутии является весьма актуальной требующей особого внимания проблемой.

В целом данное предложенное нами мероприятие по мониторингу табуна позволит снизить число потерь и затрат на поимку табуна, что скажется на экономическую стабильности сельского хозяйства нашей РС(Я) и предложен метод эффективного мониторинга передвижения табуна через GPS-трекер.

## СЕКЦИЯ 9.

### ТРАНСПОРТНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

#### ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В АЛТАЙСКОМ РЕГИОНЕ

*Тяботова Анна Александровна*

*студент 4 курса, факультета управления процессами перевозок  
на железнодорожном транспорте СГУПС,  
РФ, г. Новосибирск  
E-mail: [tyabotova@gmail.com](mailto:tyabotova@gmail.com)*

*Гришкова Диана Юрьевна*

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент СГУПС,  
РФ, г. Новосибирск*

На сегодняшний день стоит задача повышения конкурентоспособности перевозок грузов железнодорожным транспортом за счет формирования современной терминально-логистической инфраструктуры.

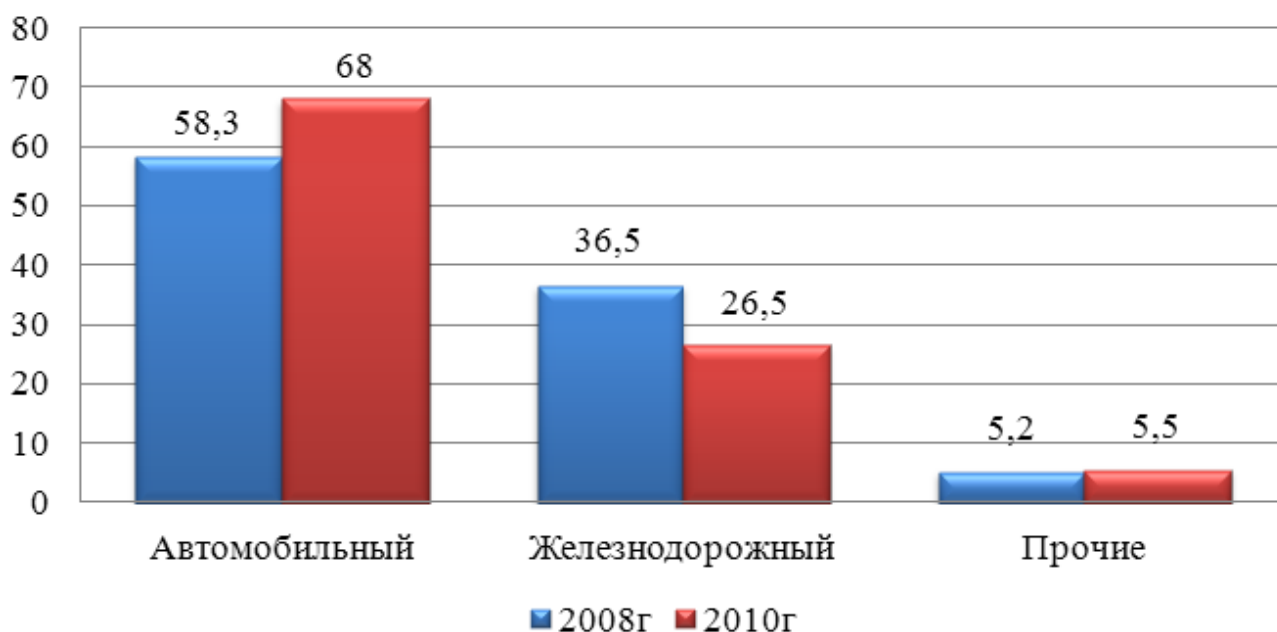
Одним из важнейших элементов транспортной системы являются терминально-логистические центры (ТЛЦ). Они выполняют функции грузонакопительных, грузоперерабатывающих, складских и логистических комплексов. ТЛЦ располагаются в узлах транспортных сетей, в местах стыкования разных видов транспорта.

Под ТЛЦ следует понимать сетевой мультимодальный технологический комплекс, включающий в себя группу специализированных и универсальных терминалов, а также необходимые элементы инженерной, транспортной и административной инфраструктуры для обслуживания транзитных и региональных грузопотоков, позволяющий на основе реализации современных логистических технологий предоставить участникам перевозочного процесса комплекс услуг добавленной стоимости.

В настоящее время на сети Российских железных дорог действуют грузовые дворы на более чем 570 станциях. Многие из объектов являются

малодеятельными в силу объективных изменений в экономической ситуации страны, структуры производственных мощностей в регионе, изменившихся требований к условиям хранения и доставки грузов, ограниченных возможностей технологического оборудования, низкого уровня и недостаточной номенклатуры оказываемых транспортных услуг. В связи с этим, потенциальные клиенты предпочитают более «гибкий» в плане предоставления услуг и оперативный автомобильный транспорт. Кроме того, в последние годы увеличилось строительство современных логистических комплексов крупными операторскими и логистическими компаниями. Эти факторы способствовали оттоку грузов с грузовых дворов.

На снижения конкурентоспособности железнодорожного транспорта по сравнению с автомобильным значительное влияние оказывает существующее состояние объектов терминально-складского комплекса ОАО «РЖД». Наблюдается «вытеснение» ж/д. транспорта в сегмент более дальних перевозок и происходит отток клиентов, которым важна оперативность, пунктуальность и гибкость в доставке грузов.



*Рисунок 1. Доли разных видов транспорта в грузовых перевозках*

Номенклатура перевозимых ж/д. транспортом грузов, тяготеющих к сети ТЛЦ, достаточна велика. К ним относятся прочие генеральные грузы и грузы в контейнерах, строительные материалы, черные и цветные металлы.

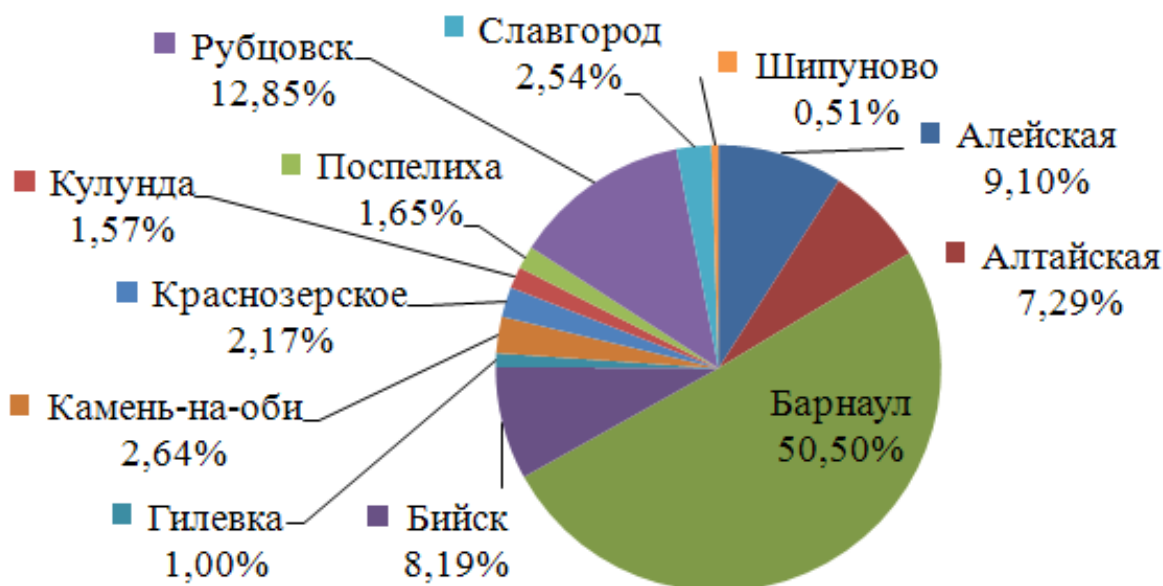
Объем целевого для сети ТЛЦ рынка железнодорожных грузовых перевозок, представляющего собой потенциал перехода терминального обслуживания с подъездных путей предприятий в сеть ТЛЦ, составляет 104—117 млн. тонн. Предполагается, что за счет ценовой привлекательности, а также широкого спектра и уникальности некоторых видов логистических услуг, предоставляемых ТЛЦ, значительная часть грузовладельцев и операторов предпочтет воспользоваться современной инфраструктурой.

Таким образом, для привлечения новых объемов и повышения клиентоориентированности необходимо развивать сеть ТЛЦ за счет предоставления клиентам современной инфраструктуры.

Немаловажен для сети ТЛЦ также потенциал российского рынка доставки почтовых отправок. В 2010 году граждане РФ переслали 27 млн. посылок и бандеролей, что в ближайшей перспективе составит около 1 млн. тонн почтовых отправок в год. Дополнительный потенциал роста числа почтовых отправок создают развитие рынка Internet–торговли и перспективы, открывающиеся перед Россией после вступления в ВТО. Учитывая недостаточную развитость авиационного сообщения на межрегиональных маршрутах, железнодорожный транспорт с учетом новых видов услуг, предоставляемых сетью ТЛЦ, может стать основой для развития бизнеса почтовых операторов (Почта России, UPS, DHL, Pony Express, EMS и др.).

Стратегия развития терминально-складской базы на сети дорог предусматривает строительство ТЛЦ на территории Алтайского края.

Рассмотрим объемы местной работы в Алтайском узле. Объемы переработки грузов по станциям ДЦС-4 (Дорожный центр по организации работы железнодорожных станций) представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2. Объемы местной работы по станциям ДЦС-4**

В настоящее время станции Барнаул и Алтайская обладают потенциалом развития ТЛЦ на их территории.

Из диаграммы видно, что значительный объем грузов перерабатывается на станции Барнаул и практически в равных долях на станциях Рубцовск, Алейск, Бийск, Алтайская.

Станция Барнаул по характеру выполняемой работы является грузовой, по объему работы отнесена к внеклассной. На станции имеется городская товарная станция (ГТС), на которой имеется контейнерный пункт по переработке среднетоннажных и крупнотоннажных контейнеров, крытый склад для погрузки, выгрузки и хранения мелких отправок, склад временного хранения таможенных грузов, открытые площадки для погрузки и выгрузки крытых вагонов, высокая боковая погрузочно-выгрузочная платформа для погрузки, выгрузки автотранспортной техники на открытом подвижном составе.

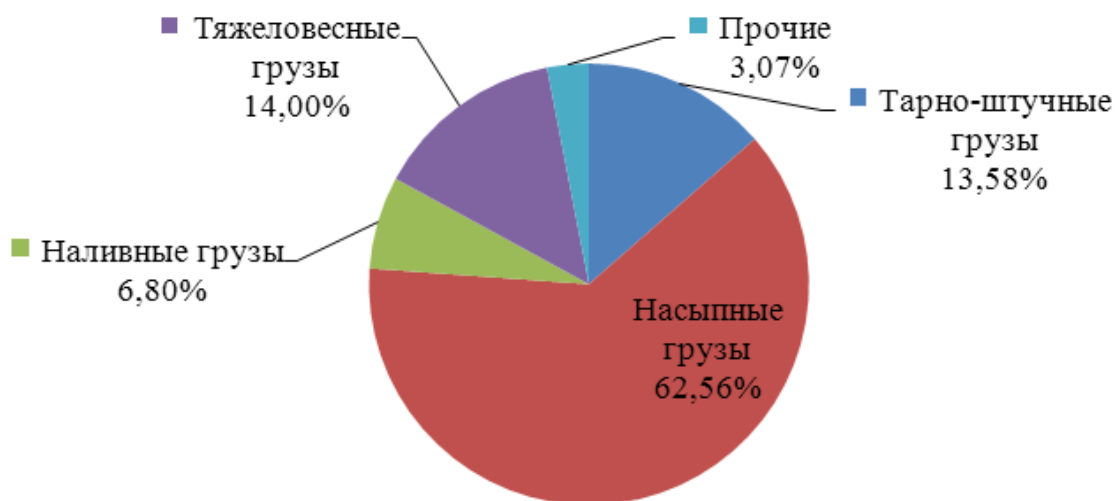
Преимуществами грузового двора станции Барнаул являются: наличие инфраструктуры и технологии работы, подвод автотранспорта. К недостаткам можно отнести ограниченное пространство, устаревшую инфраструктуру и погрузо-разгрузочные механизмы.

Станция Алтайская по основному назначению и характеру выполняемой работы является односторонней сортировочной станцией, по объему работы отнесена к внеклассной.

Для производства грузовых операций имеются грузовые устройства: механизированный участок МЧ-4 площадью 920 кв. м. имеет два пути и два козловых крана, путь для вагонов, подаваемых для погрузки и зачистки вагонов после перегруза, путь для вагонов, подаваемых для погрузки и выгрузки, погрузочно-выгрузочная площадка площадью 8000 кв. м., которая имеет две аппарели.

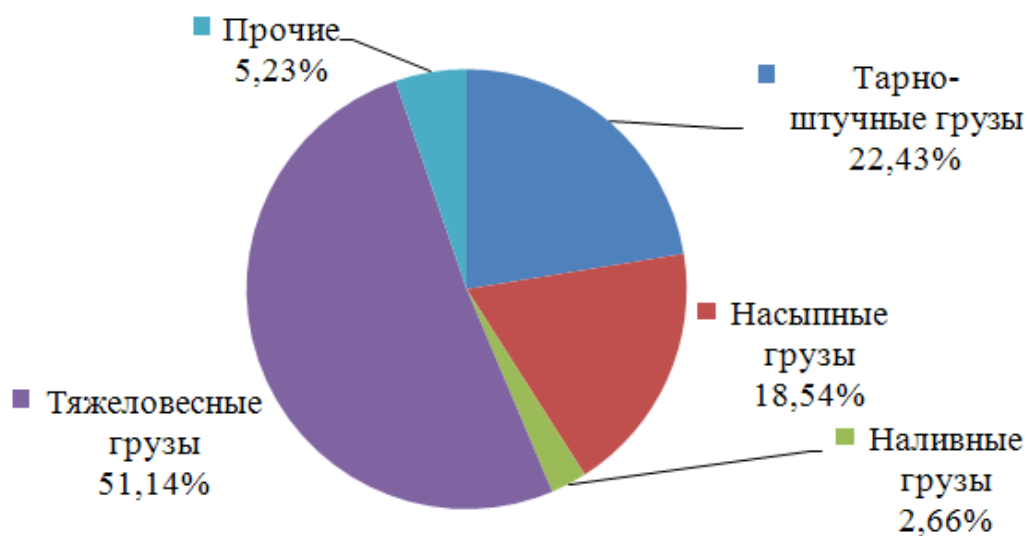
К преимуществам станции Алтайская можно отнести: наличие площади для развития ТЛЦ, удобное транспортно-географическое положение, а к недостаткам — малоразвитая инфраструктура грузового двора.

На рисунках 3 и 4 изображены диаграммы, которые показывают объемы местной работы на станциях Барнаул и Алтайская соответственно по различным видам грузов в процентах.



**Рисунок 3. Объемы местной работы ст. Барнаул**

Значительную часть перерабатываемых грузов на станции Барнаул занимают насыпные грузы, в меньшей мере перерабатываются тяжеловесные и тарно-штучные грузы.



**Рисунок 4. Объемы местной работы ст. Алтайская**

На станции Алтайская в большей мере перерабатываются тяжеловесные грузы, в меньшей занимает переработка насыпных и тарно-штучных грузов.

Наливные и прочие грузы составляют незначительную часть на обеих станциях.

Анализируя вышеизложенное необходимо принять решение, в каком из рассматриваемых узлов начать строительство ТЛЦ в первую очередь.

Для этого методом определения центра тяжести рассчитаем оптимальные места расположения центров тяготения грузовых потоков.

Данный метод основан на вычислении центра тяготения склада к определенным потребителям, т. е. распределительный склад будет располагаться в определенной точке — ближе к крупным потребителям.

Определим месторасположение ТСК методом определения центра тяжести.

Для расчета были определены следующие данные: размеры погрузки и выгрузки, а также расстояния от предполагаемого места расположения ТЛЦ до станций обслуживаемых крупных клиентов.

Выгрузка и погрузка по станциям приведена в таблице 1.

Расчёты выполняются для двух видов транспорта автомобильный и железнодорожный.

Таблица 1.

## Объемы местной работы по станциям, ваг

Станции	Март		Апрель		Май		Итого
	Погр.	Выгр.	Погр.	Выгр.	Погр.	Выгр.	
Алейская	624	454	53	371		373	2628
Алтайская	739	187		417		153	2104
Барнаул	5275	542	62	4029	98	705	14580
Бийск	642	211	28	387	68	310	2366
Гилевка	89					199	288
Камень-на-оби	249	105		267		76	761
Краснозерское	148			230	115		627
Кулунда	52	51		139		34	452
Поспелиха	151			72			477
Рубцовск	811	661	153	628	46	763	3711
Славгород	177			147		81	732
Шипуново	44	35				44	146
Итого	9001	2246	296	6687	327	2738	28872

Расстояние до Барнаула и до Новоалтайска по железнодорожным линиям и автодорогам приведены в таблице 2.

Таблица 2.

## Расстояние между отдельными пунктами, км

Станции	Автодороги		Железнодорожные линии	
	Барнаул	Алтайская	Барнаул	Алтайская
Алейская	127	143	124	139
Алтайская	16	0	15	0
Барнаул	0	16	0	15
Бийск	159	175	160	175
Гилевка	208	224	208	223
Камень-на-оби	186	170	217	202
Краснозерское	514	498	361	346
Кулунда	381	397	343	358
Поспелиха	220	236	211	226
Рубцовск	292	308	280	295
Славгород	445	461	395	410
Шипуново	178	194	172	187

Определим оптимальное расстояние по формуле:

$$L_{\text{склад}} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \times l_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \quad (1)$$



где:  $V_i$ , — вагонооборот, ваг;

$l_i$  — расстояние, км;

$n$  — количество станций.

Для этого объединим станции, находящие на одной транспортной линии, в цепочки (схема Алтайского края с указанием на ней транспортных линий представлена на рисунке 5):

- Барнаул-Алейская-Поспелиха-Шипуново-Рубцовск;
- Алтайская-Барнаул-Алейская-Поспелиха-Шипуново-Рубцовск;
- Барнаул-Алтайская-Камень-на-Оби- Краснозерское;
- Алтайская-Камен-на-оби - Краснозерское;
- Барнаул-Гилевка-Кулунда-Славгород;
- Алтайская-Барнаул-Гилевка-Кулунда-Славгород;
- Барнаул-Бийск;
- Алтайская-Барнаул-Бийск.



*Рисунок 5. Схема Алтайского края*

Результаты расчета сведем в таблицу 3.

**Таблица 3.**

**Оптимальные места расположения ТЛЦ**

<b>Оптимальное расстояние до ТСК, км</b>			
<b>От Барнаула</b>		<b>От Новоалтайска</b>	
<b>Автодороги</b>	<b>Железнодорожные линии</b>	<b>Автодороги</b>	<b>Железнодорожные линии</b>
<b>Барнаул-Алейская-Поспелиха-Шипуново-Рубцовск</b>		<b>Алтайская-Барнаул-Алейская-Поспелиха-Шипуново-Рубцовск</b>	
71,87	69,2	80,05	76,71
<b>Барнаул-Алтайская-Камень-на-оби-Краснозерское</b>		<b>Алтайская-Камен-на-оби-Краснозерское</b>	
40,45	36,1	126,47	106,15
<b>Барнаул-Гилевка-Кулунда-Славгород</b>		<b>Алтайская-Барнаул-Гилевка-Кулунда-Славгород</b>	
34,75	31,4	44,87	41,83
<b>Барнаул-Бийск</b>		<b>Алтайская-Барнаул-Бийск</b>	
22,2	22,34	33,98	33,22

Таким образом, при анализе выполненных расчетов, можно сделать вывод, что сначала нужно развивать терминально-складскую базу на станции Барнаул. Кроме того, на станции уже имеются грузовой двор и автотранспортные развязки.

**Список литературы:**

1. Гаджинский А.М. Логистика: учебник. М.: Дашков и К°, 2010. — 410 с.
2. Гаджинский А.М. Практикум по логистике. М.: Дашков и К°, 2008. — 302 с.
3. Концепция создания терминально-логистических центров на территории Российской федерации. М., 2012. — 79 с.
4. Николашин В.М. Основы логистики : учеб. для вузов ж.-д. трансп. М.: Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп., 2007. — 252 с.
5. Резер С.М. Логистика экспедирования грузовых перевозок М., 2002. — 472 с.

## **ПРОБЛЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ И МЕТОД ИХ РЕШЕНИЯ**

***Хамитова Анастасия Темуровна***

*студент 4 курса, специальности «Строительство железных дорог,  
путь и путевое хозяйство» СТЖТ-филиал СамГУПС,  
РФ, г. Саратов*

***Селиверов Денис Иванович***

*научный руководитель, заместитель директора по УПР,  
СТЖТ-филиала СамГУПС,  
РФ, г. Саратов*

*E-mail: [denis-selivjorv@rambler.ru](mailto:denis-selivjorv@rambler.ru)*

Стрелочный перевод — это наиболее широко распространенное устройство соединения путей, которое предназначено для перевода подвижного состава с одного пути на другой.

Железнодорожные стрелочные переводы являются наиболее сложной частью верхнего строения пути, которые эксплуатируются в сложных условиях под воздействием разного рода осадков, температурных режимов, вибрации. Для обеспечения безопасного и бесперебойного движения с установленными скоростями при минимальных затратах, необходимо, чтобы стрелочные переводы имели достаточно простую конструкцию, были правильно уложены, обеспечены содержанием, а также своевременной заменой изношенных или дефектных частей. В связи с этим обеспечению надёжности их работы должно уделяться особое внимание [1].

В путевом хозяйстве в процессе эксплуатации стрелочных переводов существует множество проблем, такие как увеличение ширины колеи, в районе острия остряков. Есть и давние проблемы, связанные с просадками и провисами её остряков (не плотное прилегание к башмакам).



***Рисунок 1. Ознакомление с проблемами стрелочного перевода***

Чаще всего это вызвано тем, что на стрелках с электроприводами серии СП, которыми оборудованы все стрелочные переводы сети дорог ОАО «РЖД», типовая гарнитура крепления к рельсам из уголков перекрывает два шпальных ящика. Вот почему подбивать стрелку в случае необходимости специальными машинами класса ВПР не представляется возможным. Это приходится это делать ручными средствами малой механизации — электрошпало-подбойниками типа ЭШП.



***Рисунок 2. Стрелочный перевод с гарнитурными уголками привода серии СП***

Уточним что подбивка и подъёмка пути необходима для обеспечения его правильного положения в профиле, когда балласт теряет свою упругость и шпалы погружаются в него. Практика показывает, что выполнить



качественно ручную подбивку опять же мешают гарнитурные уголки. Вследствие некачественного уплотнения балласта возникает не плотное прилегание остряка к башмакам стрелочного перевода, что может привести к его излому, а также и к нарушению плавности хода подвижного состава. Всё это напрямую влияет на нормальную работу стрелки в целом. Более того ухудшаются условия связанные с обеспечением безопасности движения поездов.

Одним из методов решения давних проблем содержания стрелочного перевода может стать оборудование стрелочных переводов шпальными электроприводами типа УПС вместо СП, которые представляют собой электромеханический модуль в форме бруса. Данный механизм устанавливается взамен одной шпалы на стрелке без изменения её эпюры.



***Рисунок 3. Стрелочный перевод, оборудованный современным шпальным электроприводом типа УПС***

Теперь после установки УПС работники путевого хозяйства смогут осуществлять качественную подбивку стрелочного перевода при необходимости, как электрошпалоподбойниками так и при помощи специальных выпровочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПР. Это позволит стрелочный перевод с точностью устанавливать в проектное положение без погрешностей [2].



***Рисунок 4. Работа выпровочно-подбивочно-рихтовочной машины и лектрошпалоподбойников***

Первый годовой опыт эксплуатации стрелочного перевода с приводом УПС на станции Саратов-3 Приволжской железной дороги показал, что цельнометаллический модуль очень надёжно держит ширину рельсовой колеи (шаблон) в районе острия остряков, а тяги обеспечивающие перевод и контроль положения стрелки защищены от внешних воздействий металлическим корпусом (рисунок 5). Поэтому в зимнее время года отпадает необходимость регулярно чистить шпальные ящики с тягами от снега и льда, напрессовка которых может стать препятствием для перемещения тяг и остановить стрелку и движение поездов.



***Рисунок 5. Подключение остряков к шпальному электроприводу типа УПС***

В заключении подводя итог исследования можно утверждать, что в результате оборудования стрелочного перевода шпальным приводом УПС имеют место сокращения затрат времени на текущее содержание железнодорожного пути и на работы по выправке стрелочного перевода. Всё это позволяет обеспечить высокий уровень безопасности движения поездов и облегчить труд работников путевого хозяйства.

### **Список литературы:**

1. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 29 декабря 2012 г. № 2791р.
2. Устройство переводное стрелочное УПС. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: [ntc-infotech.ru](http://ntc-infotech.ru) (дата обращения 20.09.2013).

## СЕКЦИЯ 10. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

### ЗАЩИТА УСТРОЙСТВ ОТ ПЕРЕГРУЗОК И ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

***Мангушев Виталий Иванович***

*студент 2 курса, кафедры электроэнергетики и электротехники ДВФУ,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [vitalya-53@mail.ru](mailto:vitalya-53@mail.ru)*

***Симонович Денис Алексеевич***

*студент 2 курса, кафедры электроэнергетики и электротехники ДВФУ,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [cimonovich@list.ru](mailto:cimonovich@list.ru)*

***Глушак Лариса Владимировна***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент кафедры электроэнергетики  
и электротехники, ДВФУ,  
РФ, г. Владивосток  
E-mail: [l.glushak@mail.ru](mailto:l.glushak@mail.ru)*

Развитие электроэнергетики идет параллельно прогрессу человечества, так как всё более и более возрастают потребности человека в электрофицировании.

Если вначале XX века использовалось мало электрических устройств, то уже в наше время практически в каждом доме есть чувствительное и одновременно мощное оборудование.

Развитие электротехники и увеличение потребления энергии привело к потребности и в качественной защите устройств от перепада напряжения, скачков тока и короткого замыкания, так как они происходили всё чаще и чаще.

Нужна защита.

Однако это уже сделал Томас Эдисон, когда изобрел и запатентовал первый предохранитель в 1880 году обеспечивающий разрыв от сети при любой перегрузке. Он представлял собой плавкую вставку, заключенную



в стеклянную колбу, но это было только начало. Развитие и совершенствование предохранителей прошло долгий путь до наших дней, но именно в наше время они приобрели такую необходимость.

Предохранитель стал неотъемлемой частью нашей жизнедеятельности, мы не замечаем, но они участвуют во всех процессах электроэнергетики, оберегая стабильность работы электрооборудования.

Но потребовалось их разнообразие, так как используются они в разных местах и условиях, как, например, высоковольтный предохранитель на трансформаторной установке в условиях сурового севера или простой предохранитель у вас в доме...

В электротехнике различают два вида электрических предохранителей: плавкие и автоматические предохранители.

Плавкий или одноразовый предохранитель является самым слабым участком электрической цепи, который срабатывает в аварийном режиме, благодаря чему, цепь разрывается и происходит предотвращение разрушения более важных элементов электрической цепи высокими температурами, вызванными резким увеличением силы тока [1. с. 59].

Плавкие предохранители предназначены на напряжения от 600 В до 35000 В, а также на токи от миллиампер до 1000 ампер. Многообразие конструкций плавких предохранителей обуславливается их широким применением в быту и различных сферах хозяйства. Тем не менее, все одноразовые предохранители имеют одни и те же основные элементы: плавкую вставку; контактное присоединительное устройство; корпус; дугогасящую среду, или устройство.



*Рисунок 1. Плавкие предохранители*

Процесс срабатывания плавкого предохранителя можно разделить на несколько этапов: нагревание вставки до температуры плавления, непосредственно плавление и испарение вставки, возникновение, а затем гашение электрической дуги с восстановлением изолирующих свойств образующегося изоляционного промежутка.

Все одноразовые предохранители должны удовлетворять некоторым условиям:

- Зависимость времени перегорания плавкой вставки от тока (времятоковая характеристика) проходит ниже времятоковой характеристики защищаемого объекта.
- Время срабатывания плавкого предохранителя минимально возможное.
- Предохранитель имеет высокую отключающую способность.
- Конструкция предохранителя обеспечивает быструю замену плавкой вставки, при выходе ее из строя.

Для производства плавких вставок используются серебро, медь и другие металлы. Серебро имеет стабильную электрическую проводимость, высокий срок службы, низкие значения удельной теплоемкости и теплоты плавления, не требует предварительной обработки. Однако серебро значительно дороже других металлов, и поэтому чаще мы можем встретить предохранитель с медной плавкой вставкой, так как медь обладает схожими с серебром

физическими свойствами. Тем не менее медная плавкая вставка имеет гораздо меньший, по сравнению с серебром срок службы. Так же медь активно окисляется, что пагубно влияет на защитные свойства предохранителя. В особенности, на плавкие вставки из меди разрушающе действуют циклические нагрузки, однако их действия снижают, размещая медь в песчаном наполнителе, благодаря чему температура распределяется более равномерно вдоль всего плавкого элемента.

Автоматический предохранитель — это коммутационное устройство, способное проводить ток в нормальном состоянии цепи, и отключать ток при возникновении в цепи аномального состояния. Аномальным состоянием может быть ток перегрузки, короткое замыкание или пониженное напряжение. Автоматы необходимы для многократной защиты электрических установок от перегрузок. Как правило автоматы защиты устанавливаются в начале линии. Главным отличием от плавкого предохранителя является возможность многократного использования.

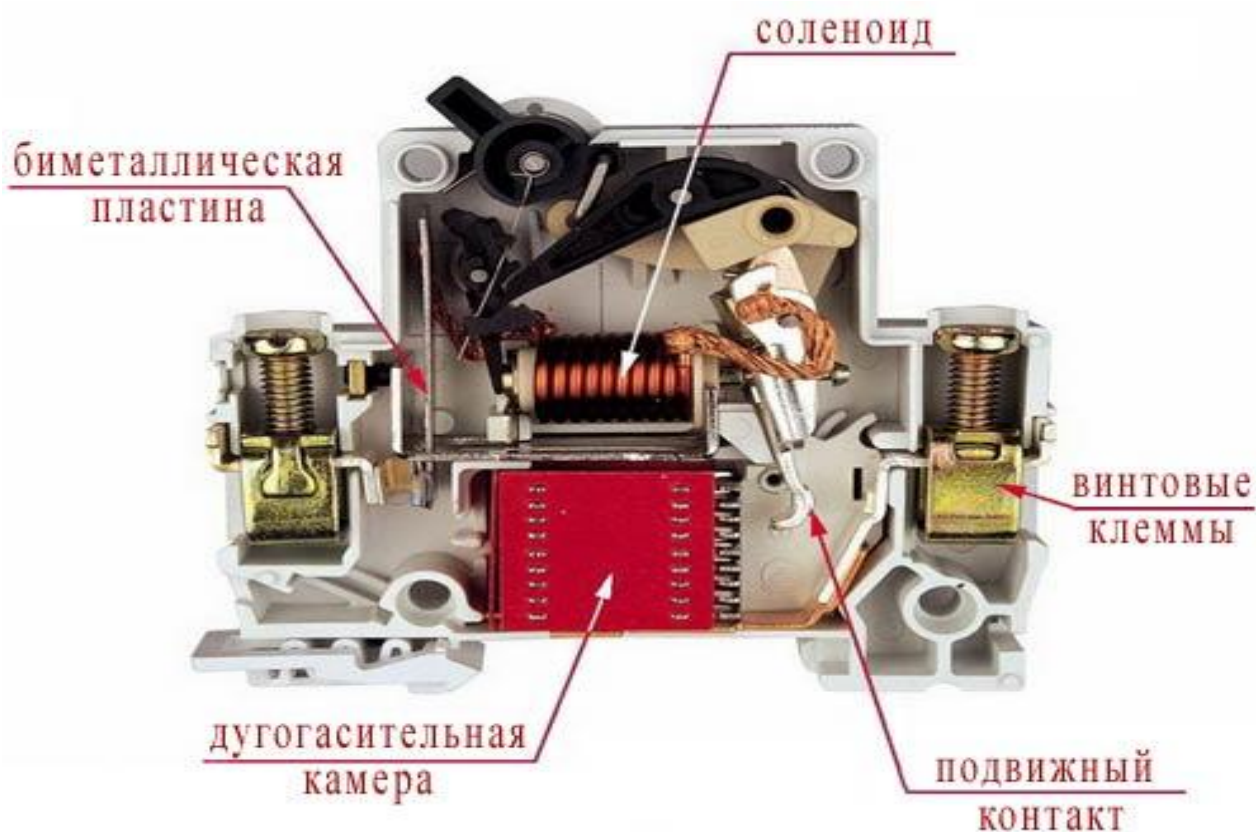
Автоматический выключатель производится в диэлектрическом корпусе. Включение и выключение автомата выполняется с помощью передвижения специального рычажка в соответствующее положение. Провода подсоединяются к винтовым клеммам. Коммутацию цепи обеспечивают два контакта: подвижный и неподвижный. Подвижный контакт оснащен пружиной, необходимой для быстрого расщепления контактов. Процесс расщепления приводится в действие одним из двух расцепителей: магнитным или тепловым.

Электромагнитный расцепитель срабатывает мгновенно. Он состоит из соленоида с подвижным сердечником, который приводит в действие механизм расщепления. Ток, текущий по обмотке соленоида, при превышении заданного порога тока, производит втягивание сердечника. Время срабатывания такого расцепителя гораздо меньше теплового, но расщепление достигается при увеличении номинального тока в 2—10 раз. В зависимости от чувствительности

электромагнитного расцепителя автоматические выключатели делятся на классы (B, C, D).

Тепловой расцепитель является биметаллической пластиной, которая нагревается протекающим по ней током. Механизм расцепления происходит в результате сгибания биметаллической пластины, которое вызвано протеканием через нее тока, выше допустимого значения. Время срабатывания такого расцепителя может меняться в пределах от секунды до часа. Ток срабатывания может меняться регулировочным винтом. После остывания пластины автомат готов к повторному использованию.

В процессе расцепления контактов автоматического выключателя может возникнуть электрическая дуга. Поэтому контакты, имеющие особую форму, находятся рядом с дугогасительной решеткой.



*Рисунок 2. Внутреннее устройство автоматического выключателя*

Предохранители часть нашей жизни повсеместно. Чаще всего мы вспоминаем о них, когда они «перегорают», тем самым спасая наши устройства и технику от нестабильности. Качественный предохранитель — актуальная проблема современности, выбирать его приходится исходя из целей его объекта защиты, природных или температурных условий, размера, долговечности, но благодаря производителям, в настоящее время существует огромный спектр их разнообразности позволяющий предохранять устройства в любом месте и в любой форме.

### **Список литературы:**

1. Андреев В.А. «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения» изд.: «Высшая школа» 2001 г. — 644 с.
2. Чунихин А.А. «Электрические аппараты: Общий курс.» Учебник для вузов. 4-е изд., стереотипное. М.:ООО Альянс, 2008 г. — 721 с.

# СЕКЦИЯ 11.

## МАТЕМАТИКА

### МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА

***Зенг Валерия Андреевна***

*студент 3 курса, кафедра «Дизайн и технологии медиаиндустрии» ОмГТУ,  
РФ, г. Омск*

*E-mail: [valeriyazeng@mail.ru](mailto:valeriyazeng@mail.ru)*

***Нифонтова Людмила Сергеевна***

*студент 3 курса, кафедра теплоэнергетики ОмГТУ,  
РФ, г. Омск*

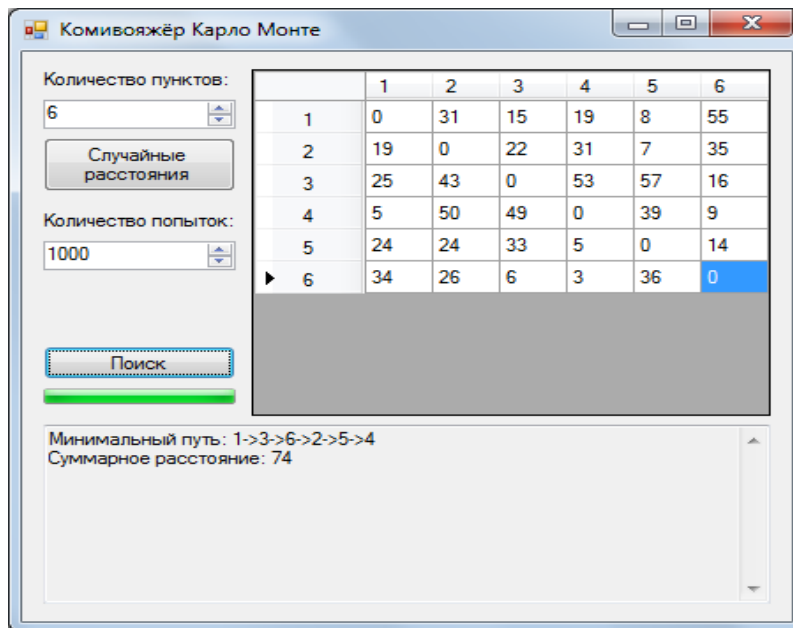
*E-mail: [lucyneko@mail.ru](mailto:lucyneko@mail.ru)*

***Степанов Владимир Николаевич***

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук,  
доцент каф. «Высшая математика» ОмГТУ,  
РФ, г. Омск*

Задача коммивояжера является классической задачей дискретной оптимизации и имеет многочисленные приложения: транспортные задачи, задачи соединения пунктов линией электропередач и т. д. Задача коммивояжера состоит в следующем: он должен объехать ряд населенных пунктов, пробыв в каждом пункте только один раз и вернуться в исходный пункт. Какой маршрут должен выбрать коммивояжёр, чтобы пройденный путь был наименьшей длины? [1, с. 59].

Решение задачи коммивояжера методом Монте-Карло строится на случайном выборе каждого следующего города, через который будет проходить путь. При использовании программы ответ носит вероятностный характер и может сильно отличаться от правильного решения задачи коммивояжера. Но при увеличении числа испытаний погрешность ответа уменьшается [2, с. 395].



**Рисунок 1 Внешний вид программы**

Пусть имеется полный граф с  $n$  вершинами, заданный матрицей расстояний  $C = \|c_{ij}\|$ . Вершину  $v_1$  примем за начальную и случайным образом выберем остальные вершины [1, с. 80]. В программе это выглядит так:

```
public partial class Form1 : Form
{
    int N;
    public Form1()
    {
        InitializeComponent();
    }
    private void numericUpDown1_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        N = (int)numericUpDown1.Value;
        dataGridView1.RowCount = N;
        dataGridView1.ColumnCount = N;
        for (int i = 0; i < N; i++)
        {
            dataGridView1.Rows[i].HeaderCell.Value = "" + (i + 1);
```

```

dataGridView1.Columns[i].HeaderText = "" + (i + 1);
}
}
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Random r = new Random();
    for (int i = 0; i < N; i++)
    for (int j = 0; j < N; j++)
    dataGridView1[i, j].Value = r.Next(0, 10);
}
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    double[,] A = new double[N, N];
    for (int i = 0; i < N; i++)
    for (int j = 0; j < N; j++)
    A[i,j] = Convert.ToDouble(dataGridView1[j, i].Value);

    textBox1.Text = "";
    Random r = new Random();
    int M = (int)numericUpDown2.Value;
    progressBar1.Maximum = M-1;
    double sumbest = double.PositiveInfinity;
    int[] pbest = new int[N];
    for (int m = 0; m < M; m++)
    {
        int[] p = new int[N];
        for (int i = 0; i < N; i++)
        p[i] = i;
        for (int i = 1; i < N; i++)

```



```

{
int j = r.Next(1, N);
int t = p[i];
p[i] = p[j];
p[j] = t;
}

```

Предположим, что остальные вершины появились в порядке  $i_1 i_2 i_3 i_n$  где  $i_k$  — номер вершины при  $k$ -ом выборе. Получим гамильтонов контур:

$$\mu = 1, i_2^{(1)}, i_3^{(1)}, \dots, i_n^1, 1$$

Посчитаем длину этого контура и запомним ее. Повторим эту процедуру еще раз и сравним полученные результаты, выбрав наименьший, и запомним только его [1, с. 80] В нашей программе это выглядит так:

```

if (sum < sumbest)
{
sumbest = sum;
pbest = p;
}
progressBar1.Value = m;
}
textBox1.Text = textBox1.Text + "Минимальный путь: 1";
for (int i = 1; i < N; i++)
textBox1.Text = textBox1.Text + "->" + (pbest[i] + 1);
textBox1.Text = textBox1.Text + "\r\nСуммарное расстояние: " + sumbest +
"\r\n";
}
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{

```

```

numericUpDown1_ValueChanged(sender, e);
button1_Click(sender, e);
}
}
double sum = 0;
for (int i = 0; i < N - 1; i++)
if (A[p[i], p[i + 1]] == 0 || sum > sumbest)
{
sum = double.PositiveInfinity;
break;
}
else
sum = sum + A[p[i], p[i + 1]];
if (A[p[N - 1], p[0]] == 0)
sum = double.PositiveInfinity;
else
sum = sum + A[p[N - 1], p[0]];
if (sum < sumbest)
{
sumbest = sum;
pbest = p;
}

```

В заключение, хотелось бы добавить, что вышеприведенный алгоритм был протестирован по следующим параметрам: количество городов, количество попыток и количество верных ответов при прохождении программы 100 раз.

Данные занесены в таблицу:

*Таблица 1.*

**Результаты тестирования алгоритма**

Номер варианта	Количество городов	Количество попыток	Количество правильных ответов, %
1	6	10	9
		100	48
		1000	100
2		10	8
		100	65
		1000	100
3		10	11
		100	63
		1000	100

Основываясь на результатах, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что применение метода Монте-Карло дает оптимальное решение в большинстве случаев, если количество попыток превосходит 1000.

**Список литературы:**

1. Акимов О.Е. Дискретная математика. Логика, группы, графы. М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. — 376 с.
2. Степанов В.Н. Дискретная математика: графы и алгоритмы на графах. Омск: Издательство ОмГТУ, 2010. — 116 с.

# АППРОКСИМАЦИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Хабибулина Татьяна Васильевна*

*студент 5 курса, кафедра информатики и вычислительной техники  
ПГУ им. Шолом-Алейхема,  
РФ, Еврейская автономная область, г. Биробиджан  
E-mail: [Habik\\_tania@mail.ru](mailto:Habik_tania@mail.ru)*

*Бабинер Елена Станиславовна*

*научный руководитель, старший преподаватель кафедры высшей математики  
и методики обучения математике ПГУ им. Шолом-Алейхема,  
РФ, Еврейская автономная область, г. Биробиджан*

Пусть  $\Omega \subset R^2$  – ограниченная область с кусочно-гладкой границей  $\partial\Omega = \Gamma$ .

Введем обозначения:  $H^1(\Omega)$  и  $H^2(\Omega)$  — пространства Соболева,

$H^1_0(\Omega)$  – множество всех финитных в  $\Omega$  функций из  $H^1(\Omega)$ .

**Задача Дирихле.** Рассмотрим первую краевую задачу:

$$-\Delta u = f \quad \text{в } \Omega, \quad (1)$$

$$u|_{\Gamma} = 0. \quad (2)$$

Слабое решение задачи (1), (2) реализует минимум функционала  $J(v)$  на  $H^1_0(\Omega)$  [6, с. 300], где

$$J(v) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} \left( \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right) dx dy - \int_{\Omega} f v dx dy$$

**Задача Неймана.** Уравнение (1) и краевые условия:

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0. \quad (3)$$

Условия (3) относятся к *естественными краевыми условиями* [4, 10]. Задача Неймана с однородными краевыми условиями (3) порождает не положительный оператор, поэтому имеет единственное решение при  $\int_{\Omega} f(x, y) dx dy = 0$ . Слабое решение задачи (1), (3) реализует минимум функционала  $J(\psi)$  на  $H^1(\Omega)$  [5, с. 320].

**Задача Синьорини.** Уравнение (1) и краевые условия Синьорини [1, 7]:

$$u \geq 0, \quad \frac{\partial u}{\partial n} \geq 0, \quad u \frac{\partial u}{\partial n} = 0 \text{ на } \partial\Omega = \Gamma, \quad (4)$$

где  $\frac{\partial u}{\partial n}$  – производная по внешней нормали к границе  $\Gamma$ . Определим множество  $K$ , которое является замкнутым выпуклым подмножеством  $H^1(\Omega)$  [2, 15]:

$$K = \left\{ v \mid v \in H^1(\Omega), v|_{\Gamma} \geq 0 \right\}. \quad (5)$$

Слабое решение задачи (1), (4) реализует минимум функционала  $J(v)$  на  $K$  [6, 20].

Рассмотрим аппроксимацию этих задач на трапециевидной области с углом  $\alpha$  методом конечных элементов (МКЭ). Триангуляция области с шагами  $h_x = \frac{AE}{N_x}$ ,  $h_y = \frac{GB}{N_y - N_x}$ ,  $h' = \frac{AG}{N_x} = \frac{h_x}{\operatorname{tg} \alpha}$  ( $N_x$  – количество разбиений по  $Ox$ ,  $N_y$  – количество разбиений по  $Oy$ ), виды конечных элементов с нумерацией носителей для прямоугольной (прямые цифры), треугольной (наклонные цифры) частей и их границы соединения представлены на рисунке 1.

Приближенное решение  $u$  ищем в виде линейной комбинации:

$$u_N = \sum_{i=0}^N a_i \varphi_i, \quad (6)$$

где:  $\varphi_i(x, y)$  – кусочно-линейные финитные (базисные) функции, заданные в узлах сетки.

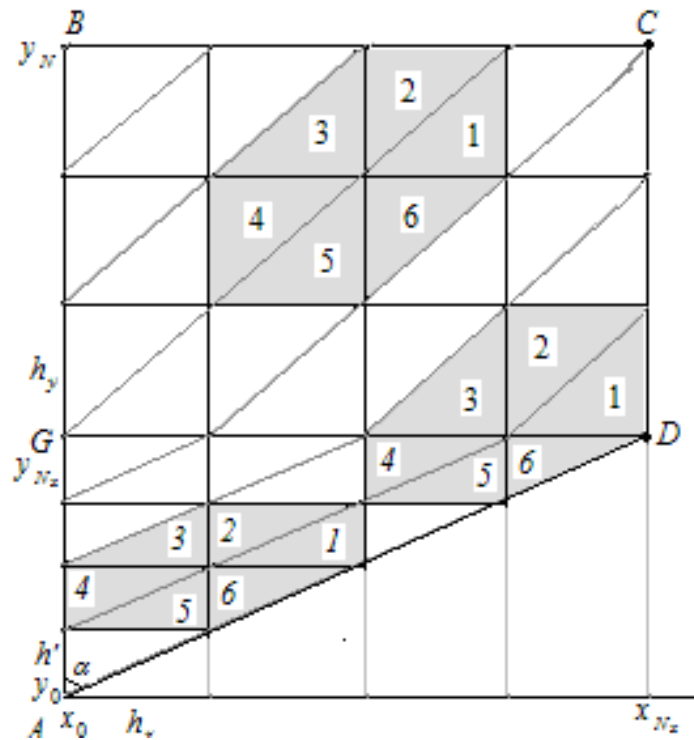


Рисунок 1. Триангуляция области  $\Omega$

Вид базисных функций для прямоугольной области [4, с. 184]:

$$\varphi_{ij} = \begin{cases} 1 - \left( \frac{x}{h_x} - i \right), & x_i \leq x \leq x_{i+1}, y_j \leq y \leq y_j + \frac{h_y}{h_x} (x - x_i) & 1 \\ 1 - \left( \frac{y}{h_y} - j \right), & x_i \leq x \leq x_{i+1}, y_j + \frac{h_y}{h_x} (x - x_i) \leq y \leq y_{j+1} & 2 \\ 1 + \left( \frac{x}{h_x} - i \right) - \left( \frac{y}{h_y} - j \right), & x_{i-1} \leq x \leq x_i, y_j \leq y \leq y_j + \frac{h_y}{h_x} (x - x_{i-1}) & 3 \\ 1 + \left( \frac{x}{h_x} - i \right), & x_{i-1} \leq x \leq x_i, y_{j-1} + \frac{h_y}{h_x} (x - x_{i-1}) \leq y \leq y_j & 4 \\ 1 + \left( \frac{y}{h_y} - j \right), & x_{i-1} \leq x \leq x_i, y_{j-1} \leq y \leq y_{j-1} + \frac{h_y}{h_x} (x - x_{i-1}) & 5 \\ 1 - \left( \frac{x}{h_x} - i \right) + \left( \frac{y}{h_y} - j \right), & x_i \leq x \leq x_{i+1}, y_{j-1} + \frac{h_y}{h_x} (x - x_i) \leq y \leq y_j & 6 \end{cases} \quad (7)$$

для треугольной части области:

$$\tilde{\varphi}_{ij} = \begin{cases} 1 - \left( \frac{x}{h_x} - i \right), & x_i \leq x \leq x_{i+1}, & y_j \leq y \leq y_j + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} (x - x_i) & 1 \\ 1 - \left( \frac{y \cdot \operatorname{tg} \alpha}{h_x} - j \right), & x_i \leq x \leq x_{i+1}, & y_j + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} (x - x_i) \leq y \leq y_{j+1} & 2 \\ 1 + \left( \frac{x}{h_x} - i \right) - \left( \frac{y \cdot \operatorname{tg} \alpha}{h_x} - j \right), & x_{i-1} \leq x \leq x_i, & y_j \leq y \leq y_j + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} (x - x_{i-1}) & 3 \\ 1 + \left( \frac{x}{h_x} - i \right), & x_{i-1} \leq x \leq x_i, & y_{j-1} + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} (x - x_{i-1}) \leq y \leq y_j & 4 \\ 1 + \left( \frac{y \cdot \operatorname{tg} \alpha}{h_x} - j \right), & x_{i-1} \leq x \leq x_i, & y_{j-1} \leq y \leq y_{j-1} + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} (x - x_{i-1}) & 5 \\ 1 - \left( \frac{x}{h_x} - i \right) + \left( \frac{y \cdot \operatorname{tg} \alpha}{h_x} - j \right), & x_i \leq x \leq x_{i+1}, & y_{j-1} + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} (x - x_i) \leq y \leq y_j & 6 \end{cases} \quad (8)$$

Для границы соединения прямоугольной и треугольной частей области вид базисных функций  $\bar{\varphi}_{ij}$  определяется следующим образом: для носителей 1, 2 и 3 аналитическое задание совпадает с заданием на соответствующих носителях в  $\varphi_{ij}$ , а для носителей 4, 5 и 6 — в  $\tilde{\varphi}_{ij}$ .

Подставляем линейную комбинацию (6) в функционал  $J(u)$ , предварительно введя обозначения  $A_{ij} = \int_{\Omega_i \cap \Omega_j} \left( \frac{\partial \varphi_i}{\partial x} \frac{\partial \varphi_j}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_i}{\partial y} \frac{\partial \varphi_j}{\partial y} \right) dx dy$ ,  $f_i = \int_{\Omega_i} f \varphi_i d\Omega_i$ , получаем:

$$J(u_N) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N_x} \sum_{j=i}^{N_x+N_y} a_i a_j A_{ij} - \sum_{i=0}^N a_i f_i \quad (9)$$

Матрица  $A_{ij}$  называется матрицей жесткости. Чтобы показать ее вид, ограничимся для примера 18 узлами в сетке, то есть для  $N_x = 3$ ,  $N_y = 5$  (прочерк в ячейке матрицы означает отсутствие узла в сетке с таким номером) (рис. 2).

$d_1$	$d_2$	0	0	0	0	-	$d_3$	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
$l_1$	$l_2$	$l_3$	0	0	0	-	$l_4$	$l_5$	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
0	$l_1$	$l_2$	$l_1$	0	0	-	0	$l_4$	$l_5$	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
0	0	$h_1$	$h_2$	$h_3$	0	-	0	0	$h_4$	$h_5$	0	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
0	0	0	$m_1$	$m_2$	$m_3$	-	0	0	0	$m_4$	$m_5$	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
0	0	0	0	$e_1$	$e_2$	-	0	0	0	0	$e_3$	-	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$q_1$	$q_2$	0	0	0	0	-	$q_3$	$q_4$	0	0	0	-	-	$q_5$	0	0	0	-	-	-	0	0	0
0	$b_1$	$b_2$	0	0	0	-	$b_3$	$b_4$	$b_5$	0	0	-	-	$b_6$	$b_7$	0	0	-	-	-	0	0	0
0	0	$c_1$	$c_2$	0	0	-	0	$c_3$	$c_4$	$c_5$	0	-	-	0	$c_6$	$c_7$	0	-	-	-	0	0	0
0	0	0	$a_1$	$a_2$	0	-	0	0	$a_3$	$a_4$	$a_5$	-	-	0	0	$a_6$	$a_7$	-	-	-	0	0	0
0	0	0	0	$n_1$	$n_2$	-	0	0	0	$n_3$	$n_4$	-	-	0	0	0	$n_5$	-	-	-	0	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0	0	0	0	0	-	$q_1$	$q_2$	0	0	0	-	-	$q_3$	$q_4$	0	0	-	-	-	$q_5$	0	0
0	0	0	0	0	0	-	0	$c_1$	$c_2$	0	0	-	-	$c_3$	$c_4$	$c_5$	0	-	-	-	$c_6$	$c_7$	0
0	0	0	0	0	0	-	0	0	$a_1$	$a_2$	0	-	-	0	$a_3$	$a_4$	$a_5$	-	-	-	0	$a_6$	$a_7$
0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	$n_1$	$n_2$	-	-	0	0	$n_3$	$n_4$	-	-	-	0	0	$n_5$
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	-	$g_1$	$g_2$	0	0	-	-	-	$g_3$	$g_4$	0
0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	-	0	$p_1$	$p_2$	0	-	-	-	$p_3$	$p_4$	$p_5$
0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	-	0	0	$f_1$	$f_2$	-	-	-	0	$f_3$	$f_4$

**Рисунок 2. Матрица жесткости**

Элементы представленной матрицы жесткости рассчитываются по следующим формулам:

<b>Внутренние точки</b>
<i>Прямоугольная область</i>
$a_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0; \quad a_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{h_x};$ $a_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{h_y};$ $a_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{2(h_y^2 + h_x^2)}{h_x h_y};$ $a_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{h_x}{h_y};$ $a_6 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i+1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i+1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{h_x};$



$$a_7 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j+1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i+1j+1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i+1j+1}}{\partial y} \right) dx dy = 0$$

### Треугольная область

$$b_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$$

$$b_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha};$$

$$b_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\operatorname{tg} \alpha;$$

$$b_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{2}{\cos \alpha \sin \alpha};$$

$$b_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -\operatorname{tg} \alpha;$$

$$b_6 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha};$$

$$b_7 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j+1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$$

### Граница изменения области

$$c_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0; \quad c_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\operatorname{tg} \alpha;$$

$$c_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y \operatorname{tg} \alpha + h_x}{2h_x \operatorname{tg} \alpha};$$

$$c_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{(h_y^2 + h_x^2) \sin \alpha \cos \alpha + h_x h_y}{h_x h_y \sin \alpha \cos \alpha};$$

$$c_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{h_y}; \quad c_7 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j+1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$$

$$c_6 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y \operatorname{tg} \alpha + h_x}{2h_x \operatorname{tg} \alpha};$$

## УГЛЫ

A	$d_1 = \int_{\Omega_{00} \cap \Omega_{00}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{tg \alpha}{2};$ $d_2 = \int_{\Omega_{00} \cap \Omega_{01}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{01}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{01}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{tg \alpha}{2};$ $d_3 = \int_{\Omega_{00} \cap \Omega_{11}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{11}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{00}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{11}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$
B	$e_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$ $e_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i+1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i+1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{2h_x};$ $e_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{h_y^2 + h_x^2}{2h_x h_y};$
C	$f_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$ $f_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{2h_x};$ $f_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$ $f_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{h_y^2 + h_x^2}{2h_x h_y};$
D	$g_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$ $g_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y tg \alpha + h_x}{2h_x tg \alpha};$ $g_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{h_x h_y + (h_y^2 + h_x^2) tg \alpha}{h_x h_y tg \alpha};$ $g_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$

$G$	$h_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{tg \alpha}{2};$ $h_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{(h_y^2 + h_x^2) \sin \alpha \cos \alpha + h_x h_y}{h_x h_y \sin \alpha \cos \alpha};$ $h_3 = \int_{\Omega_i \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$ $h_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j-1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y tg \alpha + h_x}{2h_x tg \alpha};$ $h_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j+1}} \left( \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \bar{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$
<b>Границы</b>	
$AG$	$l_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{tg \alpha}{2};$ $l_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{1}{\cos \alpha \sin \alpha};$ $l_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{tg \alpha}{2};$ $l_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j-1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{1}{tg \alpha};$ $l_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j+1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1j+1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$
$GB$	$m_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$ $m_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{h_y^2 + h_x^2}{h_y h_x};$ $m_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$ $m_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i+1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i+1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{h_x};$

	$m_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j+1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i+1j+1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i+1j+1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$
<i>BC</i>	$n_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$ $n_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{2h_x};$ $n_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{h_y};$ $n_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{h_y^2 + h_x^2}{h_y h_x};$ $n_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i+1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i+1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{2h_x};$
<i>CD</i>	$p_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$ $p_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_y}{h_x};$ $p_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij-1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij-1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$ $p_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{h_y^2 + h_x^2}{h_y h_x};$ $p_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \varphi_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \varphi_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \varphi_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{h_x}{2h_y};$
<i>AD</i>	$q_1 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j-1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j-1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$ $q_2 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i-1j}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i-1j}}{\partial y} \right) dx dy = -\frac{1}{tg \alpha};$ $q_3 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \right) dx dy = \frac{1}{\cos \alpha \sin \alpha};$ $q_4 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{ij+1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij+1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij+1}}{\partial y} \right) dx dy = -tg \alpha;$

$$q_5 = \int_{\Omega_{ij} \cap \Omega_{i+1,j+1}} \left( \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial x} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1,j+1}}{\partial x} + \frac{\partial \tilde{\varphi}_{ij}}{\partial y} \frac{\partial \tilde{\varphi}_{i+1,j+1}}{\partial y} \right) dx dy = 0;$$

При численном решении задач *Дирихле* и *Неймана* в соответствии с необходимым и достаточным условием существования экстремума выпуклого функционала, находим вариацию функционала (9) и приравниваем ее к нулю:

$$\frac{\partial J(u_N)}{\partial a_i} = \sum_{j=i}^{N_x+N_y} a_j A_{ij} - f_i = 0 \quad (10)$$

Таким образом, получаем систему уравнений:

$$\sum_{j=i}^{N_x+N_y} a_j A_{ij} = f_i \quad (11)$$

Система (11) в развернутом виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11} = \frac{1}{d_1} (f_{11} - a_{12}d_2) \\ a_{1j} = \frac{1}{l_2} (f_{1j} - a_{1j-1}l_1 - a_{1j+1}l_3 - a_{2j}l_4), \quad j = \overline{2, N_x - 1} \\ a_{1N_x} = \frac{1}{h_2} (f_{1N_x} - a_{1N_x-1}h_1 - a_{1N_x+1}h_3 - a_{2N_x}h_4) \\ a_{1j} = \frac{1}{m_2} (f_{1j} - a_{1j-1}m_1 - a_{1j+1}m_3 - a_{2j}m_4), \quad j = \overline{N_x + 1, N_x + N_y - 1} \\ a_{1N_x+N_y} = \frac{1}{e_2} (f_{1j} - a_{1j-1}e_1 - a_{i+1j}e_3) \\ a_{ij} = \frac{1}{q_3} (f_{ij} - a_{i-1j}q_2 - a_{ij+1}q_4), \quad i = \overline{2, N_x - 1}, j = i \\ a_{ij} = \frac{1}{b_4} (f_{ij} - a_{i-1j}b_2 - a_{ij-1}b_3 - a_{ij+1}b_5 - a_{i+1j}b_6), \quad i = \overline{2, N_x - 1}, j = \overline{i+1, N_x - 1} \\ a_{iN_x} = \frac{1}{c_4} (f_{ij} - a_{i-1j}c_2 - a_{ij-1}c_3 - a_{ij+1}c_5 - a_{i+1j}c_6), \quad i = \overline{2, N_x - 1} \\ a_{ij} = \frac{1}{a_4} (f_{ij} - a_{i-1j}a_2 - a_{ij-1}a_3 - a_{ij+1}a_5 - a_{i+1j}a_6), \quad i = \overline{2, N_x - 1}, j = \overline{N_x + 1, N_x + N_y - 1} \\ a_{iN_x+N_y} = \frac{1}{n_4} (f_{ij} - a_{i-1j}n_2 - a_{ij-1}n_3 - a_{i+1j}n_5), \quad i = \overline{2, N_x - 1} \\ a_{N_x, N_x} = \frac{1}{g_3} (f_{ij} - a_{i-1j}g_2 - a_{ij+1}g_4) \\ a_{N_x, j} = \frac{1}{p_4} (f_{ij} - a_{i-1j}p_2 - a_{ij-1}p_3 - a_{ij+1}p_5), \quad j = \overline{N_x + 1, N_x + N_y - 1} \\ a_{N_x, N_x+N_y} = \frac{1}{f_4} (f_{ij} - a_{i-1j}f_2 - a_{ij-1}f_3) \end{array} \right.$$

Для задачи Дирихле система (11) имеет вид:

$$\sum_{j=i+1}^{N_x+N_y-1} a_j A_{ij} = f_i \quad (12)$$

Развернутый вид системы (12):

$$\begin{cases} a_{i,j} = \frac{1}{b_4} (f_{ij} - a_{i-1,j} b_2 - a_{ij-1} b_3 - a_{ij+1} b_5 - a_{i+1,j} b_6), & i = \overline{2, N_x - 1}, j = \overline{i+1, N_x - 1} \\ a_{i, N_x} = \frac{1}{c_4} (f_{ij} - a_{i-1,j} c_2 - a_{ij-1} c_3 - a_{ij+1} c_5 - a_{i+1,j} c_6), & i = \overline{2, N_x - 1} \\ a_{i,j} = \frac{1}{a_4} (f_{ij} - a_{i-1,j} a_2 - a_{ij-1} a_3 - a_{ij+1} a_5 - a_{i+1,j} a_6), & i = \overline{2, N_x - 1}, j = \overline{N_x + 1, N_x + N_y - 1} \end{cases}$$

При решении систем применяется метод Зейделя.

Для отыскания минимума квадратичного функционала  $J(v)$  в задаче *Синьорини* применяется обобщение метода верхней релаксации [2, с. 82] с оператором проектирования  $P$ , где

$$Py = \begin{cases} y, & y \geq 0, \\ 0, & y < 0. \end{cases}$$

Зная  $a_i^{(k)}$ , уточнение приближения  $a_i^{(k+1)}$  проводится по следующей схеме:

- для внутренних узлов

$$a_i^{(k)} = -\frac{1}{A_{ii} + \hat{A}_{ii}} \left( \sum_{j<i} (A_{ij} + \hat{A}_{ij}) a_j^{(k+1)} + \sum_{j>i} (A_{ij} + \hat{A}_{ij}) a_j^{(k)} - f_i \right),$$

- для граничных узлов

$$a_i^{\left(k+\frac{1}{2}\right)} = -\frac{1}{A_{ii} + \hat{A}_{ii}} \left( \sum_{j<i} (A_{ij} + \hat{A}_{ij}) a_j^{(k+1)} + \sum_{j>i} (A_{ij} + \hat{A}_{ij}) a_j^{(k)} - f_i \right), \quad a_i^{(k+1)} = P \left( (1 - \omega) a_i^{(k)} + \omega a_i^{\left(k+\frac{1}{2}\right)} \right),$$

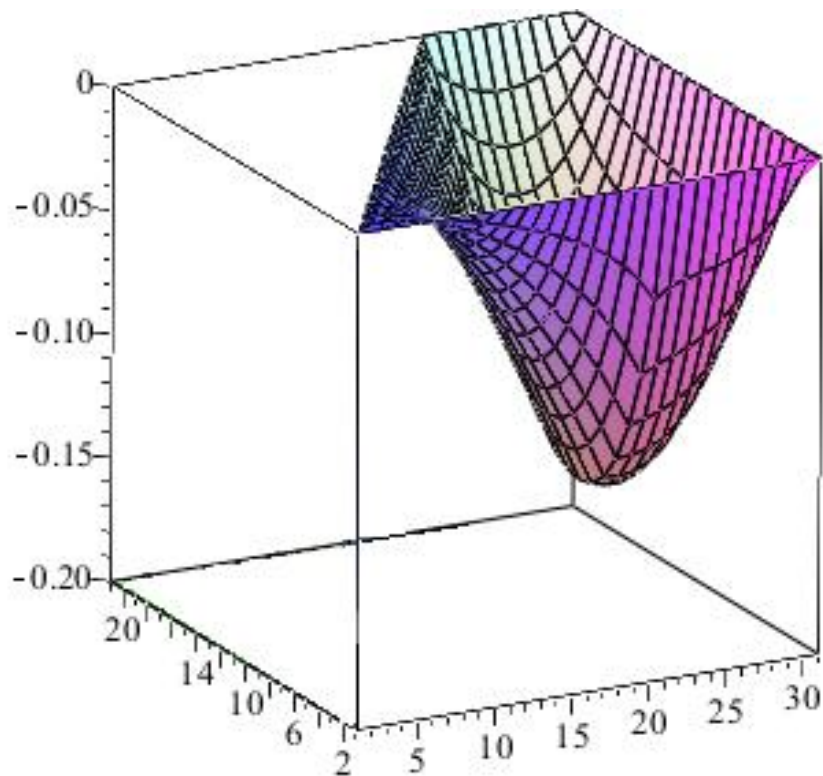
где  $1 < \omega < 2$  — параметр релаксации, подходящий выбор которого ускоряет сходимость последовательности  $a^{(k)}$  к точке минимума функционала.

Результаты реализации описанных алгоритмов на трапециевидной области с углом  $\alpha = 60^\circ$  представлены в таблице 1, где  $k$  — количество итераций,  $\varepsilon$  — заданная точность.

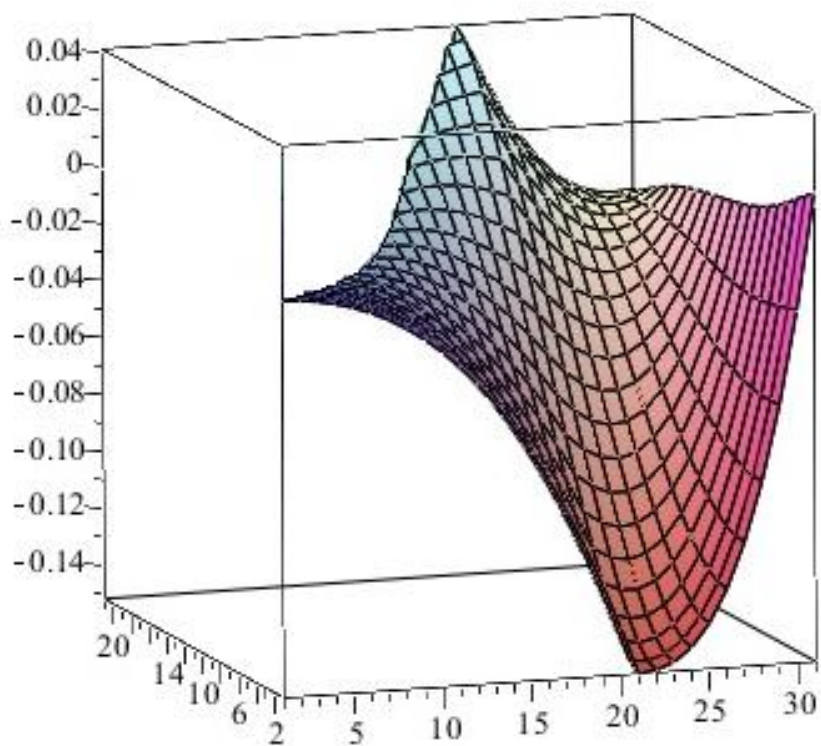
**Таблица 1.**

**Результаты численного решения**

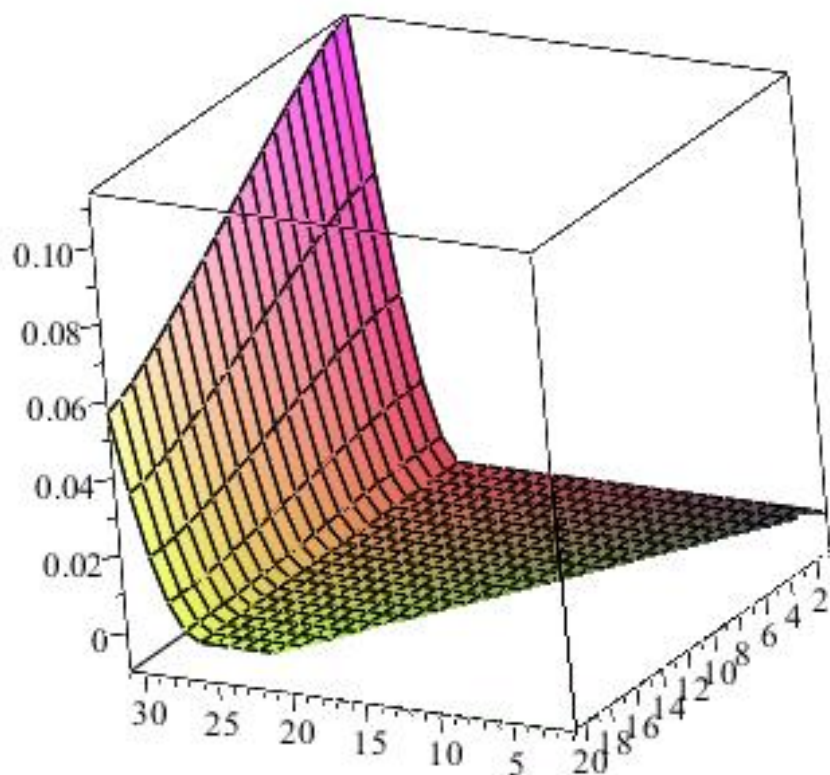
Задача	$f(x, y)$	$N$	$h_{\max}$	$\varepsilon$	$k$
Дирихле	$2x - 4y$	441	0,05	0,0001	140
Нейман	$4x - 4y$	441	0,05	0,001	76
Синьорини	$2x - 4y$	441	0,05	0,0001	21



**Рисунок 3. График решения задачи Дирихле**



*Рисунок 4. График решения задачи Неймана*



*Рисунок 5. График решения задачи Дирихле*



### **Список литературы:**

1. Главачек И., Гаслингер Я., Нечас И., Ловишек Я. Решение вариационных неравенств в механике. М.: Мир, 1986. — 270 с.
2. Гловински Р., Лионс Ж.-Л., Тремольер Р. Численное исследование вариационных неравенств. М.: Мир, 1979. — 576 с
3. Дюво Г., Лионс Ж.-Л. Неравенства в механике и физике. М.: Наука, 1980. — 384 с.
4. Марчук Г.И., Агошков В.И. Введение в проекционно-сеточные методы. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. — 416 с.
5. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. Учеб. пособие для вузов. М., «Высш. школа», 1977. — 431 с.
6. Намм Р.В. Введение в теорию и методы решения вариационных неравенств: Учебное пособие Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. тех. ун-та, 1999. — 71 с.

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**«НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

*Электронный сборник статей по материалам XIV студенческой  
международной заочной научно-практической конференции*

№ 8 (11)  
Ноябрь 2013 г.

В авторской редакции

Издательство «СибАК»  
630075, г. Новосибирск, ул. Залесского, 5/1, оф. 605  
E-mail: mail@sibac.info



**СибАК**  
[www.sibac.info](http://www.sibac.info)

