

ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова»

Технический институт (филиал) в г. Нерюнгри  
ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова»

Южно-Якутский научно-исследовательский центр  
Академии наук Республики Саха (Якутия)

Совет молодых ученых Якутского научного центра  
Сибирского отделения Российской академии наук



# XVI

**Всероссийская  
научно-практическая  
конференция молодых  
ученых, аспирантов и  
студентов в г. Нерюнгри  
с международным  
участием**



## **Материалы** **КОНФЕРЕНЦИИ**

*Секции 1-4*

г. Нерюнгри, 9-11 апреля 2015 г.

ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Технический институт (филиал) в г. Нерюнгри  
ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

Южно-Якутский научно-исследовательский центр  
Академии наук Республики Саха (Якутия)

Совет молодых ученых Якутского научного центра  
Сибирского отделения Российской академии наук

# **МАТЕРИАЛЫ**

**XVI Всероссийской  
научно-практической конференции  
молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри,  
с международным участием**

*9-11 апреля 2015 г.*

***Секции 1–4***

УДК 378:061.3 (571.56)  
ББК 72  
М 34

**Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием. Секции 1-4.** — Нерюнгри : Изд-во Технического института (ф) СВФУ, 2015. — 252 с.

ISBN 978-5-91243-068-8

**Редакционная коллегия:**

*Павлов С.С.*, канд. геол.-минерал. наук (председатель); *Гриб Н.Н.*, д-р техн. наук, профессор; *Литвиненко А.В.*, канд. техн. наук (ответственный секретарь); *Мельников А.Е.*, канд. геол.-минерал. наук; *Николаева Л.В.* (редактор).

*В сборнике представлены итоги исследований молодых ученых, аспирантов и студентов в области естественных, технических и гуманитарных наук. Многоплановый характер исследований может быть интересен широкому кругу читателей.*

Утверждено к печати научно-техническим советом Технического института (филиала)  
ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет  
имени М.К. Аммосова» в г. Нерюнгри

ISBN 978-5-91243-068-8

УДК 378:061.3 (571.56)  
ББК 72

© Технический институт (ф) СВФУ, 2015

## Пленарное заседание

### Об итогах деятельности Государственного комитета Республики Саха (Якутия) по инновационной политике и науке за 2014 год и основные направления деятельности на 2015 год



*Шипицын Ю.А., канд. техн. наук, председатель  
Государственного комитета РС (Я)  
по инновационной политике и науке,  
г. Якутск  
E-mail: gosinn@sakha.gov.ru*

2014 год ознаменован рядом знаменательных событий в нашей жизни. Так, на высоком организационном уровне проведены Дни Томской области в Якутии. Одним из результатов дней стали соглашения о взаимовыгодном сотрудничестве в области инноваций, информационных и информационно-телекоммуникационных технологий, развития взаимодействия в сфере высшего образования, строительства и энергоэффективности, охраны природы и рыбохозяйственного комплекса.

Проведены ряд юбилейных мероприятий, посвященных 100-летию со дня рождения выдающегося историка, профессора Федота Григорьевича Сафронова. В мае прошла научно-практическая конференция «Ракетно-космическая деятельность. Влияние на окружающую среду и человека» с участием руководства Федерального космического агентства. В ноябре научное сообщество обсуждало вопросы Международной научно-практической конференции «Арктика: перспективы устойчивого развития».

Академия наук республики на Фестивале Русского географического общества, состоявшемся в Москве в октябре-ноябре прошлого года, представила выставку «Куда ушли мамонты», вызвавшую большой интерес.

И в прошедшем году исполнилось 20 лет со дня создания Академии наук Республики Саха (Якутия).

Вопрос развития научно-инновационной системы Республики Саха (Якутия) с учетом поставленной Президентом Российской Федерации задачи по формированию инновационной экономики России, приоритетной задачей, направленной на решение целого ряда социально-экономических задач.

Госкомитет, призванный на государственном уровне эффективно организовать работающий механизм поддержки новаторства, выстроить эффективную научно-инновационную систему, проводит планомерную работу в этом направлении.

Сегодня уже можно говорить об эффективности взаимодействия научно-инновационной системы и развитие отношений между субъектами. Госкомитетом по итогам трех лет был проведен комплекс мер при государственной финансовой поддержке научной и инновационной инфраструктуры.

#### **Формирование и развитие научно-инновационной системы**

Научные исследования и разработки в Республике выполняют 24 организации, из них 15 – научно-исследовательские институты. В них занято более 2300 человек, из которых более половины составляют исследователи, профессионально занимающиеся научными исследованиями и разработками, и осуществляющие создание новых знаний, продуктов, методов и систем.

Доминирующее положение в профессиональной ориентации якутских ученых занимают естественные науки (40 % исследователей), техническими науками заняты 18 % исследователей, сельскохозяйственными 15 %, гуманитарными 10 %, общественными 11 % и медицинскими – 6%.

В соответствии с «майскими указами» Президента РФ, в Республике принята Дорожная карта основных мероприятий, направленная на повышение эффективности системы образования и науки, в соответствии с которой среднесписочная численность научных сотрудников составляет 27,85 чел. Средняя заработная плата научных сотрудников за период январь-октябрь 2014г. составила 59,7 тыс. рублей, что соответствует 125% по отношению к средней заработной плате по Республике Саха (Якутия).

#### **ГАУ «Технопарк Якутия»**

В течение 2014 года статусом резидента Технопарка обладали 67 компаний (в т.ч. 8 компаний в г. Нерюнгри). Всего заявлялось 229 потенциальных резидента. По причине отсутствия деятельности по инновационным проектам решением аттестационной комиссии Технопарка статус резидента был отозван у 20 компаний.

Сумма выручки резидентов на текущий момент составляет 225,4 млн. рублей, размер начисленных налогов составил 59,4 млн. рублей, количество созданных трудоустроенных 341 человека.

01 апреля 2014 года в г. Якутске «Russian Start Up Tour», в котором было зарегистрировано 408 участников, ГАУ «Технопарк «Якутия» была проведена плановая работа по подготовке проектов для участия в данном мероприятии. В результате от привлеченных ГАУ «Технопарк «Якутия» участников было представлено 79 проектов. В число финалистов вошли 5 резидентов ГАУ «Технопарк «Якутия» из 16 отобранных экспертами проектов.

Финалисты получили приглашения к участию в международной конференции Startup Village в Иннограде Сколково (2-3 июня) и возможность внеконкурсного выступления перед инвесторами. Во время посещения мероприятия участники посетили мастер-классы, заслушали питч-сессии других участников, провели переговоры с потенциальными инвесторами и партнерами по своим проектам.

Технопарком также ведется патентно-лицензионная деятельность. В патентно-лицензионной деятельности Технопарком оказана помощь ООО «Нова-Пила» в подготовке заявки на выдачу патента на полезную модель «передвижной круглопильный станок для распиловки древесины». В данное время заявка находится на рассмотрении в Роспатенте.

Для ООО «Бигэ» оказана помощь и консультация в области нормативного обеспечения патентно-лицензионной деятельности.

ГАУ «Технопарк «Якутия» провел работу с ООО «ФПИ РВК» (венчурный посевной фонд Российской венчурной компании), в результате которого был получен статуса Венчурного партнера ООО «ФПИ РВК», при получении которого ГАУ «Технопарк «Якутия» сможет направлять и упаковывать проекты по требованиям Фонда. Всего для ООО «ФПИ РВК» упаковано 2 проекта.

Продолжаются работы по созданию ИТ парка в г. Якутске. Разработана Концепция создания ИТ парка, выделен земельный участок площадью 1,2 га, подготовлено техническое задание на разработку ПСД, разработан эскизный проект. Запланировано проведение заседания Совета при Главе Республики Саха (Якутия) по развитию ИТ-отрасли с обсуждением вопросов по Развитию ИТ-отрасли в Республике во II квартале 2015 года. Проводится работа с инвесторами и банками по привлечению средств и инвестиций.

## **ОАО «Венчурная компания «Якутия»**

В течение 2014 года Венчурной компанией рассмотрено 200 заявок на финансирование. До Инвестиционной комиссии дошло 69 проектов. До Научно-технического совета дошло на рассмотрение 22 проекта.

Основные причины отклонения проектов и направление на доработку Инвестиционной комиссией:

- отсутствие полного пакета документов для анализа (как причина отсутствия разработанного проекта, стадия идеи);
- не соответствие мандату компании (превышение сумм к финансированию, отсутствие предмета/технологии для рассмотрения членами НТС);
- не венчурная стадия проектов (стадия предпосев, проект не разработан или стадия НИОКР);
- по итогам всех проверок и анализа, проекты признаются коммерчески неэффективным (отсутствие достаточного рынка, завышенные показатели выручки, некомпетентная или непорядочная команда, чрезмерно оптимистичные прогнозы по реализации)
- по другим причинам (в процессе оценки коммерческой стороны учитывается проверка безопасности (наличие уголовных дел, административных правонарушений по части нецелевого использования и невозвратов денежных средств).

Основной причиной отклонения проектов и отправления на доработку Научно-техническим советом компании является отсутствие технологической составляющей (в проекте нет инноваций, ноу-хау, технологии или они не доработаны), не прогнозируется техническая реализуемость и значимость проекта для Республики.

Ведется работа с проинвестированными компаниями. Произведен выход из ООО «Ново-пила». Повышается объем продаж лакокрасочной продукции и дорабатывается теплоизоляционное покрытие ООО «Бигэ», увеличивается объем производства продукции в ООО «Сахаконсервпродукт», все больше компаний и частных лиц прибегает к услугам онлайн – видеонаблюдения ООО «Будимир». ООО «АМТЭК+» выполняет работу по договорам модернизации и обновления наружного и внутреннего освещения. Завершено строительство первого отапливаемого автоматизированного парковочного комплекса ООО «Саха паркинг», который сдан в эксплуатацию.

### **Академия наук Республики Саха (Якутии)**

За 2014 год Академия наук в рамках доведенных Государственных заданий проводило следующую работу.

1. Комплексное изучение биологических аспектов формирования и вымирания мамонтовой фауны в позднем плейстоцене на территории Якутии, в рамках которого были изучены местонахождение мамонтовой фауны на территории Республики Саха (Якутия), определение их геологического возраста, таксономического состава, условий захоронения палеонтологических объекте. Изучены палеоэкологические особенности фауны и флоры позднего плейстоцена и голоцена, а также проведена реконструкция климатических изменений за последние 50 тысяч лет.

Ведутся совместные научные проекты с Университетом Кинки (Япония), с Мичиганским университетом (США), с Токийским университетом, Центром мамонтовых исследований Хот-Спрингс (США), с Институтом зоологии позвоночных Польской академии наук из Беловежья с сотрудниками Амстердамского университета и Гроннингемского университета из Нидерландов.

2. В 2014 г. в рамках выполнения НИР по составлению Якутского энциклопедического словаря, составлены в окончательном варианте методические указатели для

составления Словаря Базовые основы разделов были розданы научным редакторам для корректировки и добавления новых данных. Проводилась работа по сбору первичного материала по разделам: «Промышленность, строительство и транспорт», «Театральное искусство», «Физическая культура и спорт», «Религия», «Этнография народов Якутии», «Памятники истории и культуры». Отдел также ведет работу по редактированию и сокращению материалов по следующим направлениям: «Фольклор», «Литература», «Языкознание». Продолжается работа с редакционным советом Словаря.

3. Проводятся работы по изучению техногенного, антропогенного и зоогенного воздействия на почвенный покров в пригородной зоне г. Якутска. Выработаны рекомендации по восстановлению почвенного покрова и его защиты.

4. Выполняется научно-исследовательская работа по государственному заданию «Исследование тенденций, факторов и условий функционирования и развития социально-трудовой сферы РС (Я) и разработка предложений, направленных на повышение качества трудовой жизни».

5. Центром интеллектуальной собственности Республики Саха (Якутия) Академии наук РС (Я), в течение 2014 года ЦИС РС (Я) Подготовлено 10 заявок на государственную регистрацию объектов интеллектуальной собственности: изобретений – 2, полезных моделей – 2, базы данных – 3, товарные знаки – 3.

В 2014 году Академии наук РС(Я) было доведено государственное задание на выполнение НИР «История Якутии».

В рамках данной работы, согласно утвержденному календарному плану была проведена следующая работа:

1. В Академию оформлены по совместительству 93 научных работника;  
2. Организованы командировки сотрудников для работы в архивах, библиотеках, а также по сбору научного материала:

- зарубежные командировки: США, Германия, Франция, Монголия, Венгрия – 6;
- города России от Хабаровска до Санкт-Петербурга – 14;
- по Республике Саха (Якутия): Усть-Алданский улус, Чурапчинский улус, Нижнеколымский улус, Верхоянский улус, Аллаиховский улус – 5;

3. Организованы экспедиции: Томпонский улус, Сахалинская область, Пригородная и Хангаласская экспедиция, Городской раскоп, Линдинская экспедиция (р. Вилюй), Вилюйская экспедиция – 8.

4. В рамках НИР «История Якутии» были проведены конференции:

Научно-практическая конференция «Проблемы истории Якутии XVII-XIX вв.», г. Якутск, 11 ноября 2014 г.;

Научно-практическая конференция, посвященная Винокурову Д.П. (Отасу), г. Якутск, 02 сентября 2014 года;

26 ноября 2014 года организована и проведена пресс-конференция о ходе реализации НИР «История Якутии» в 2014 году с представителями местных СМИ.

#### **Работа с федеральными органами, государственными академиями наук и институтами инновационного развития**

Следует отметить, что в условиях сокращения бюджетного финансирования на федеральном и республиканском уровне, Правительством Республики Саха (Якутия) проводится работа по сохранению уровня государственной поддержки научных проектов якутских ученых, которая находит понимание и на федеральном уровне.

В рамках подписанного соглашения между Российским Фондом Фундаментальных исследований и Правительством Республики Саха (Якутия) о проведении совместного (регионального) конкурса проектов фундаментальных исследований Арктики

«Арктика» в 2012-2014 годах, на софинансирование проектов региональных конкурсов РФФИ из федерального бюджета и бюджета республики на 2014 год профинансировано 14 млн. рублей, победителями определены 36 научных проектов якутских ученых. В целях развития научных исследований Арктики, Правительством Республики Саха (Якутия) подписано новое соглашение о проведении конкурса Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Республики Саха (Якутия) на 2015-2017 годы с ежегодным финансированием в 14 млн. рублей.

В рамках подписанного соглашения между Российским гуманитарным научным фондом и Правительством РС(Я) о совместном конкурсе проектов в области гуманитарных наук на 2011-2015 годах, заключенного 23 мая 2011 года, на софинансирование проектов региональных конкурсов РГНФ в бюджете республики до 2016 года ежегодно предусматривается 1 млн. рублей. В 2014 году профинансированы 6 проектов на 2 млн. рублей. В следующем году Госкомитетом будет продолжена работа по сотрудничеству Правительства Республики с Российским гуманитарным научным фондом.

По поддержке инновационного предпринимательства в рамках российских программ Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд Бортника) весной и осенью были проведены отборочные конкурсы участников программы «УМНИК». Всего было представлено 105 проектов по следующим направлениям: информационные технологии, биотехнологии, современные материалы и технологии их создания, новые приборы и аппаратные комплексы. Экспертный совет по итогам конкурсов выявил 25 победителей. Рекомендуемое финансирование составляет до 400,0 тыс. рублей на один проект.

Для поддержки научно-исследовательской деятельности молодых ученых по поручению Президента Республики Саха (Якутия) с прошлого года в полную силу функционирует «Научно-образовательный фонд поддержки молодых ученых Республики Саха (Якутия)». Разработана программа поддержки молодых ученых, Республики Саха (Якутия), в которой предусмотрены мероприятия по стимулированию академической мобильности по реализации научных проектов, что в значительной мере коррелирует с целями и задачами Указов Президента Республики Саха (Якутия), направленных на выплату стипендий молодым ученым Республики Саха (Якутия). С учетом снижения финансирования в 2014 году в размере 3 млн. рублей, на развитие деятельности фонда молодых ученых в 2015 году Госкомитет увеличил до 5 млн. рублей.

В конце декабря состоялся конкурсный отбор получателей грантов Главы Республики Саха (Якутия) для молодых ученых, студентов и специалистов. 06 февраля прошло Торжественное собрание научной общественности, посвященное Дню российской науки.

В декабре текущего года объявлен конкурс на соискание ежегодных государственных премий Республики Саха (Якутия) в области науки и техники и государственных премий Республики Саха (Якутия) в области науки и техники молодым ученым и специалистам. В целях оптимизации количества государственных премий, Правительством Республики с 2015 года будет присуждаться одна государственная премия Республики Саха (Якутия) в области науки и техники, и одна государственная премия Республики Саха (Якутия) в области науки и техники молодым ученым и специалистам в размере 250 тыс. рублей.

#### **Работа по привлечению хозяйствующих субъектов на поддержку научных и инновационных проектов**

Госкомитетом, в целях обеспечения участия хозяйствующих субъектов в научных и инновационных проектах, в 2014 году проводилась следующая работа. На сти-



мулирование реализации проектов в рамках реализации Госпрограммы «Научно-техническое и инновационное развитие РС(Я) на 2012-2017 годы» финансирование хозяйствующих субъектов на модернизацию и технологическое развитие отраслей экономики Республики Саха (Якутия) в виде субсидий составило 10 млн. рублей. Софинансирование хозсубъектов на проекты НИОКР в текущем году составило более 90 млн. рублей. Таким образом, затраты на совокупные инвестиции в модернизацию и технологическое обновление составляют порядка 100 млн. рублей.

В целях обеспечения технологической модернизации отраслей экономики РФ в среднесрочной перспективе, Президентом Российской Федерации введен показатель «Прирост доли высокотехнологической и наукоемкой продукции в валовом региональном продукте». В соответствии с проведенным анализом видов деятельности предприятий и организаций республики, Главой РС(Я) Е.А. Борисовым было персонально поручено Госкомитету разработать и утвердить Дорожную карту с мероприятиями, которые в совокупности обеспечат прирост показателя к 2018 году в 1,3 раза по сравнению с 2011 годом. Распоряжением Правительства Республики Саха (Якутия) от 19 декабря 2014 года №1498-р Дорожная карта, направленная на увеличение доли высокотехнологичной и наукоемкой продукции в валовом региональном продукте Республики Саха (Якутия) была утверждена. Основными мероприятиями дорожной карты является непосредственная работа с предприятиями и организациями имеющие соответствующий ОКВЭД, разработка программ инновационного развития предприятий. В этих целях Госкомитетом в 2014 году завершена НИР «Разработка предложений по модернизации, техническому и технологическому обновлению производств Республики Саха (Якутия)», где по разработанным методическим рекомендациям, предприятиям будет предложено провести ряд мероприятий, направленных на снижение издержек за счет использования передовых технологий и роста валовой выручки.

#### **Стимулирование научно-инновационной деятельности**

1. Начало февраля 2014 года традиционно было ознаменовано Днем российской науки, на котором были вручены 15 Грантов Президента Республики Саха (Якутия) молодым ученым, студентам и специалистам в области науки и техники.

2. В 2014 году вручены государственные премии в области науки и техники по пяти номинациям для якутских ученых. Вручение проходило 27 апреля в Театре оперы и балета им. П.А. Ойунского и было приурочено к Дню Республики Саха (Якутия). На Государственную премию Республики Саха (Якутия) в области науки и техники были поданы 14 заявок, на Государственную премию Республики Саха (Якутия) в области науки и техники для молодых ученых – 10 заявок.

3. В соответствии с Указом Главы Республики Саха (Якутия) №989 ежегодно объявляется конкурс на Грант Президента РС(Я) для поддержки инновационных проектов по приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности. В этом году был поставлен своеобразный рекорд, было принято 97 заявок. 25 апреля 2014 года в Технопарке «Якутия» состоялось торжественное мероприятие, где были вручены гранты 10-ти проектантам, получившим по 500 тыс. рублей на реализацию своей инновационной идеи.

4. В соответствии с Постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) №190 «Об утверждении порядка предоставления субсидий малым инновационным предприятиям на осуществление опытно-конструкторских работ», Госкомитетом в июле 2014 года подведены итоги конкурса на предоставления субсидий малым инновационным предприятиям на осуществление опытно-конструкторских работ. Было подана 21 заявка, на сумму субсидий более 14,5 млн. рублей. 11 победителей получили 5,0

млн. рублей возмещения своих НИОКР и продолжают успешную хозяйственную деятельность в сфере инноваций.

5. В соответствии с Постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) №19 «Об утверждении порядка предоставления субсидий на государственную поддержку инициатив хозяйствующих субъектов по модернизации и технологическому развитию отраслей экономики Республики Саха (Якутия)», 01 сентября 2014 года был объявлен конкурс на предоставление субсидии на государственную поддержку инициатив хозяйствующих субъектов по модернизации и технологическому развитию отраслей экономики Республики Саха (Якутия). Было подано 25 заявок. В ходе работы конкурсной комиссии было выявлено 16 победителей на общую сумму субсидирования затрат на технологическую модернизацию в сумме 10 млн. рублей.

#### **Темы НИОКР на 2014-2016 годы**

Государственный комитет Республики Саха (Якутия) по инновационной политике и науке в соответствии с «Положением о порядке формирования, финансирования внедрения результатов республиканских программ НИОКР», утвержденным Постановлением Правительства РС (Я) №72, проведена работа по формированию нового перечня НИОКР на 2014-2016 годы по 9 приоритетным направлениям. Всего была зарегистрирована 321 заявка на выполнение НИОКР 2014-2016 годы от министерств и ведомств республики на общую сумму 972,29 млн. рублей.

Достаточно продолжительное время заняло согласование и утверждение новых тем НИР на 2014-2016 годы. Так рабочей группой по формированию перечня НИР в рамках Госзаказа Республики Саха (Якутия) был согласован протокол НИР от 5 марта 2014 года по защите смет затрат и календарных планов к техническим заданиям на выполнение НИР. После длительных споров и прений о перечне НИР на различных стадиях прохождения документа, распоряжением Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 августа 2014 года №962-р перечень НИР был утвержден.

Отобрано 37 тем на сумму более 39 млн. рублей финансируемых в 2014 году, из них 26 новых тем НИР, 8 переходящих тем с 2013 года. Согласно ФЗ-44, Госкомитетом проведены конкурсы и заключены контракты по 23 темам НИР. Хотелось бы обратить внимание на тот факт, что имело место некачественная подготовка документации потенциальными региональными исполнителями НИР, что сказывается на результатах рассмотрения заявок Конкурсной комиссией, в следствии чего, конкурсы объявляемые повторно затягивают время подписания контракта и сокращают и без того малые сроки выполнения НИР до конца года.

#### **Проведение в 2015-2020 годах комплексных научных исследований в Республике Саха (Якутия), с участием РАН, направленных на развитие производительных сил и социальной сферы**

По итогам работы Главы Республики Саха (Якутия) и в соответствии с поручением Президента Российской Федерации В.В. Путина от 29 августа 2014 года, Правительству Российской Федерации поручено начать организацию проведения комплексных научных исследований в Республике Саха (Якутия) в 2015-2020 годах.

Российская история подтверждает необходимость реализации таких решений на самом высоком уровне. В 1925 году была организована первая масштабная научная экспедиция Академии наук СССР по комплексному изучению производительных сил Якутии. Она стала основой социально-экономического развития Якутии на годы вперед, позволила увеличить экономический потенциал страны. В эти годы были заложены основы развития производительных сил: началась промышленная добыча золота и угля, сооружены основные автогужевые магистрали, увеличилась добыча пушнины,

успешно решались задачи социального переустройства, культурного строительства, наблюдался рост населения, поднялся уровень профессионального образования и качество жизни.

В современном мироустройстве происходят перемены, которые значительно влияют на вектор развития России. Преимущества торгово-экономического сближения со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, в нынешних условиях, неоспоримы.

Вторая научная экспедиция Российской академии наук в Якутии в 2015-2020 годах должна ответить на важные вопросы организации действий по развитию и использованию социально-экономического потенциала Республики Саха (Якутия), учитывая при этом: уникальность расположения Республики, наличие прогнозируемых запасов полезных ископаемых, больших объемов биологических ресурсов, самобытности народов и их миграционные настроения. Основными направляющими в проводимых исследованиях должны стать стратегические планы Российской Федерации по освоению Арктики, социально-экономическому развитию Дальнего Востока.

Необходимо получить научное обоснование долгосрочных стратегических направлений развития, приоритетов и сбалансированных сценариев развития производительных сил, транспорта и энергетики. Изучить фундаментальные проблемы оценки природно-ресурсного потенциала Республики, возможностей и рисков его освоения в экстремальных климатических условиях, сохранить биоразнообразие северных территорий, экологию Севера, обеспечить рациональное природопользование. Провести анализ состояния и перспектив развития человеческого потенциала, с учетом историко-культурного наследия народов, а также вопросов физиологической адаптации в экстремально-климатических условиях.

Правительством Республики Саха (Якутия) разработаны основные направления комплексных научных исследований в соответствии с федеральными государственными программами, а также с Прогнозом научно-технологического развития России на период до 2030 года, утвержденным Правительством Российской Федерации 03 января 2014 года. Актуальность выбранных направлений обусловлена основными вызовами и открывающимися возможностями экономического роста и особенностями развития Республики Саха (Якутия).

Планируемые объемы расходов на Экспедицию значительны и составляют ежегодно порядка 1 млрд. руб.

### **Развитие биотехнологий в Республике Саха (Якутия)**

Основной целью и итогом реализации подпрограммы «Развитие биотехнологий в Республике Саха (Якутия)» должно стать широкомасштабное внедрение биотехнологий в ключевые отрасли экономики, формирование рынка производства и потребления биотехнологической продукции.

Для достижения данной цели в рамках действующих задач реализуются следующие программные мероприятия.

#### *1. Увеличение количества новых биотехнологических продуктов*

В рамках Государственной программы «Научно-техническое и инновационное развитие РС(Я) на 2012-2017 гг.» предусмотрены механизмы финансовой государственной поддержки в области инноваций:

- субсидирование затрат хозяйствующих субъектов на модернизацию и технологическое развитие отраслей экономики РС(Я);
- субсидирование малых инновационных предприятий на опытно-конструкторские работы;
- грант Президента РС(Я) для поддержки инновационных проектов по приоритет-

ным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности.

По итогам проведенных конкурсов в 2014 году финансирование инновационных проектов в области развития биотехнологий указанными механизмами составили 7 383 051,77 руб., поддержку получили 11 проектов.

*2. Увеличение количества специалистов, прошедших подготовку, переподготовку и повышение квалификации в сфере развития биотехнологий*

В этом году сотрудники ФГБОУ ВПО ЯГСХА в рамках сотрудничества с Всероссийским научно-исследовательским институтом племенного дела г. Москвы прошли стажировку в лаборатории генетики.

Проводится работа по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов в биотехнологической лаборатории Центра коллективного пользования.

Так, биотехнологической лабораторией ЦКП Технопарк «Якутия»:

- оказана индивидуальная консультационная услуга по молекулярно-биологическим методам исследования для Селекционного центра табунного скотоводства РС(Я);
- проведено обучение основным методам ПЦР-диагностики;
- проведено обучение студентов 3 курса Института естественных наук СВФУ методам выделения ДНК из различного биологического материала, подготовка курсовых работ по генетике животных;
- проведено обучение основным методам электрофореза сотрудников ЯНИИСХ.

По итогам 2014 года по направлению развития биотехнологии прошли обучение 15 специалистов.

*3. Увеличение количества пользователей научным оборудованием лабораторий*

В 2014 году Биотехнологической лабораторией заключено 5 договоров на проведение научно-исследовательских работ и использование мощностей ЦКП:

Договор с ГБУ «Якутская республиканская офтальмологическая больница» по предмету «Скрининг и лечение сахарного диабета второго типа у коренного населения республики Саха (Якутия) на основе молекулярно-генетических методов» – услуги по выделению ДНК на сумму 168 тысяч рублей;

Договор с НИИ здоровья СВФУ им. М.К. Аммосова – услуги по выделению ДНК на сумму 25 тысяч рублей;

Договор с НИИ здоровья СВФУ – по выделению ДНК, по подбору и синтезу проб праймеров для детекции 9 (девяти) SNP методом ПЦР в реальном времени, проведению ПЦР с анализом результатов данных общей частоты генотипов и аллелей сроком на три года. На общую сумму 365 000 рублей, из которых в 2014 г. выполнено работ на 99 000 руб.

Договор с ЯНИИСХ – услуги по обучению методам электрофореза на сумму 7 500 рублей.

Договор с ФГБОУ ВПО ЯГСХА.

*4. Увеличение количества организаций, производящих биотехнологическую продукцию в реестре инновационно-активных организаций*

Государственным комитетом РС(Я) по инновационной политике и науке ведется постоянная и планомерная работа по оказанию информационной, консультационной и методической помощи по созданию малых инновационных предприятий, в том числе через ГАУ «Технопарк «Якутия», ОАО ВК «Якутия».

По итогам 2014 г. в Технопарке «Якутия» имеются 14 резидентов, специализирующихся в области сельского хозяйства и биотехнологий.

Среди наиболее активных организаций можно выделить:

- ООО «Дары Якутии» – пищевая рыбно-костная мука в РС (Я);
- ООО «Саханефтебиосорб» – производство инновационных биопрепаратов и сорбентов на основе местного природного сырья для очистки почв и воды от нефти и нефтепродуктов;
- ООО «Экологические ресурсы» – выращивание товарных осетров;
- ООО «СахаКонсервПродукт» – инновационная переработка биоресурсов и сельскохозяйственного сырья РС (Я) в продукты здорового питания длительного хранения;
- ООО «Механохимические биотехнологии» – биопрепараты на основе лишайникового сырья;
- СХПК «Сэргэ» – выведение новой породы с/х животных

Ведется работа по поиску резидентов с помощью средств массовой информации, через реализацию Соглашений с органами местного самоуправления.

### **Мероприятия в области науки и инноваций**

В 2014 году Госкоминноваций РС(Я) проведены следующие мероприятия:

1. Выставки, посвященной Старту Года Арктики, 30 января;
2. Дня российской науки, 11 февраля;
3. Республиканской студенческой научно-практической конференции «Техника и технология для Северо-Востока России» – XVII Республиканских Ларионовских чтений, 1 марта;
4. Научно-практическая конференция «Ф.Г. Сафронов – крупнейший исследователь истории Сибири и Северо-Востока России», посвященная 100-летию со дня его рождения, 14 марта;
5. Региональный этап роуд шоу Russian startup, 01 апреля;
6. Мероприятия, посвященные 20-летию Академии наук РС(Я) (3 апреля);
7. Республиканская конференция "XVIII Лаврентьевские чтения", 14-18 апреля;
8. Научно-практическая конференция «Ракетно-космическая деятельность: влияние на окружающую среду и человека», 20 мая;
9. Круглый стол «Инновации в медицине» в рамках «Дней Томской области в Республике Саха (Якутия)», 7 октября;
10. II-й Съезд инженеров Якутии, 30 октября
11. Фестиваль Русского географического общества, г. Москва, 31 октября - 5 ноября;
12. Международная научно-практическая конференция “Арктика: перспективы устойчивого развития”, круглый стол “Человеческий потенциал и качество жизни населения Арктики”.

### **Основные задачи на 2015 год**

1. Организация и проведение в 2015-2020 годах комплексных научных исследований в Республике Саха (Якутия) направленных на развитие производительных сил и социальной сферы;
2. Реализация мероприятий по содействию в реализации проектов инновационных предприятий в Год предпринимательства в РС(Я).
3. Продолжение работы по развитию инновационной инфраструктуры, в т.ч. ИТ-парка, создание инжинирингового центра.
4. Развитие Академии наук Республики Саха (Якутия).

**Научно-исследовательская деятельность обучающихся как одно из приоритетных направлений деятельности МОУ - Информационно-технологического лицея №24 г. Нерюнгри**



*Жилина Л.В., зам. директора по НМР*

*МОУ – ИТЛ №24*

*г. Нерюнгри*

*E-mail: zhilina@sch24.ru*

Для реализации федеральной целевой программы "Дети России" в Информационно-технологическом лицее № 24 г. Нерюнгри разработана программа «Одаренные дети лицея», целью которой является создание системы деятельности педагогического коллектива для выявления, развития интеллектуальных и творческих способностей обучающихся, развития одаренности. Одним из приоритетных направлений в данной программе является проектная и научно-исследовательская деятельность обучающихся.

Важным условием обеспечения полноценного развития творческих и исследовательских навыков обучающихся является организация образовательной среды. Она должна быть максимально вариативной, разнообразной по содержанию и способам деятельности. На это направлена деятельность администрации ИТЛ №24, предметных кафедр и служб сопровождения.

Реализация проектной и исследовательской деятельности в учебном процессе МОУ ИТЛ №24 предполагает взаимодействие со всеми участниками образовательного процесса.

**Работа с педагогами:**

- расширение возможностей лицеистов посредством творческой самореализации;
- творческая и исследовательская деятельность на уроках как способ стимулирования познавательной активности;
- учет возможностей и предпочтений обучающихся в организации исследовательской деятельности;

**Работа с родителями лицеистов:**

- Организация помощи и поддержки детям в исследовательской деятельности.

**Работа с обучающимися в ИТЛ №24 организуется по двум направлениям:**

**1. Урочная научно-исследовательская деятельность**

Проектная деятельность младших школьников (1-4 классов) является механизмом интеграции, обеспечения полноты и цельности содержания программ по предметам, расширяя и обогащая его в рамках ФГОС. Проектная деятельность является обязательной и предусматривает участие в ней всех обучающихся начальной школы. Она включает проведение опытов, наблюдений, экскурсий, реализацию проектов.

В 5-9 классах для реализации задач лицейского образования за счет часов компонента образовательного учреждения в учебный план введен дополнительный час «Проектно-исследовательская деятельность».

В основной школе проекты носят творческий характер. Метод проектов на данном этапе даёт возможность накапливать опыт самостоятельно, и этот опыт становится для ребёнка движущей силой, от которой зависит направление дальнейшего интеллектуального и социального развития личности. В 10-11 классах лицея обучающимся предлагается спец. курс «Проектно-исследовательская деятельность», предполагающий создание проектов старшеклассниками по выбранным ими профилям.

## **2. Внеурочная научно-исследовательская деятельность лицейстов.**

Она реализуется в рамках деятельности Научного общества учащихся (НОУ) – добровольного объединения учащихся, которые стремятся к более глубокому познанию достижений в различных областях науки, техники, культуры, к развитию творческого мышления, интеллектуальной инициативе, самостоятельности, аналитическому подходу к собственной деятельности, приобретению умений и навыков исследовательской работы. Именно для таких ребят научное общество является надежной опорой и средством самоутверждения.

НОУ позволяет учащимся попробовать свои силы в научно-исследовательской деятельности, раскрыть свой талант и раньше найти себя, сформироваться свободными личностями, на практике почувствовать демократические взаимоотношения. Следует отметить, что необходимость создания НОУ продиктована всем ходом развития лица.

Членами НОУ являются учащиеся 1-7 и 8-11 классов, изъявившие желание участвовать в работе одной-двух секций общества. Научное общество имеет свое название, символику, нормативно-правовые документы, регламентирующие деятельность общества.

### **Основные направления работы НОУ «Интеллект XXI век»:**

- включение в научно-исследовательскую деятельность способных учащихся в соответствии с их научными интересами;
- обучение учащихся работе с научной литературой, формирование культуры научного исследования;
- знакомство и сотрудничество с представителями науки в интересующей области знаний, оказание практической помощи обучающимся в проведении экспериментальной и исследовательской работы;
- организация индивидуальных консультаций промежуточного и итогового контроля в ходе научных исследований обучающихся;
- привлечение научных сил к руководству проектными работами обучающихся;
- рецензирование научных работ обучающихся при подготовке их к участию в конкурсах и конференциях;
- подготовка, организация и проведение научно-практических конференций, турниров, олимпиад;
- редактирование и издание ученических научных сборников.

Организационная структура научного общества учащихся сложилась несколько лет назад.

### **НОУ состоит из четырех секций:**

1. Гуманитарной (краеведение, история и культура родного края, русский язык и литература, иностранные языки, общественные науки, экономика).
2. Технической (физика, математика, информатика, технологии).
3. Естественнонаучной (химия, биология, экология, география, здоровый образ жизни, медицина).
4. Начальных классов.

Руководят работой каждой предметной секции преподаватели лица, рекомендованные предметными кафедрами и научно-методическим советом.

### **Секция гуманитарного цикла.**

Основными направлениями работы являются:

- изучение предмета «Исследовательская и проектная деятельность»;
- изучение проблемно-исследовательских тем русского языка и литературы в лаборатории;

- интеллектуальная игра «Умники и умницы»;
- сотрудничество с кафедрой филологии ТИ (ф) СВФУ;
- дополнительное образование в области изучения иностранных языков;
- сотрудничество секции с кафедрой истории и общественных наук в разработке цифровых образовательных ресурсов по предмету.

#### **Естественнонаучная секция.**

Основными направлениями исследовательской и проектной деятельности секции являются биология, медицина, здоровый образ жизни, экология.

Формы работы:

- участие в конференциях регионального, республиканского и всероссийского уровня;
- сотрудничество с краеведческим музеем, кафедрой геологии и минералогии ТИ (ф) СВФУ.

#### **Техническая секция.**

Приоритетными направлениями исследовательской и проектной работы секции стали: робототехника, физика, информационные технологии. Под руководством своих наставников, ребята создают модели роботов, разрабатывают цифровые образовательные ресурсы, исследуют вопросы механики, оптики и другие. И это не случайно, т.к. они являются профильными в нашем лицее. Для начальной школы (3-4 классов) учителями-предметниками разработаны программы пропедевтического изучения физики и информатики. Для этих целей создан специализированный метапредметный кабинет, оснащённый интерактивной доской, комплектом ноутбуков. В 5-6 классах ведется пропедевтический курс физики. Во внеурочной деятельности лицеисты используют возможности лаборатории по физике, оснащенной современными приборами и оборудованием. В настоящее время в лицее создаётся лаборатория по инженерной графике, для которой приобретены 3D принтер и 3D сканер. Возможности данной лаборатории используются для преподавания элективного курса «3D моделирование» и для проектной деятельности. А именно, с помощью 3D принтера был изготовлен корпус для светодиодной лампы, которая стала основой одного из проектов наших лицеистов.

С 2013-14 учебного года в лицее началось преподавание курса «Образовательная робототехника». Учителями лицея разработана авторская программа непрерывного курса «Образовательная робототехника», которая реализуется в 1-9 классах. Для этого курса созданы две лаборатории по робототехнике (одна для н/ш, другая – для 5-9 классов), закуплены наборы конструкторов – роботов, учебно-методические пособия. Кроме учебных занятий ученики, желающие дополнительно заниматься робототехникой, могут посещать кружки и факультативы во внеурочное время.

В лицее подготовлены помещения для работы районного ресурсного центра по робототехнике, в котором будут заниматься также ученики других школ. Официально он откроется в ближайшее время. В этом центре планируется проведение районных соревнований, конференций с защитой проектов по робототехнике.

С апреля 2014 года лицей вступил в сеть образовательной робототехники и присвоением статуса федеральной инновационной площадки для участия в проекте: «Курс образовательной робототехники. Учебно-методический комплекс «Цифровая Лаборатория УМКИ»». Данный проект разработан и осуществляется Лабораторией Интеллектуальных Технологий ЛИНТЕХ, Резидентом инновационного фонда Сколково. В ноябре 2014 года в Сочи проходил Всероссийский фестиваль «РоботоБУМ» в рамках XI Всемирной Олимпиады по робототехнике (WRO) 2014. В этом фестивале приняла участие команда из Информационно-технологического лицея №24 г. Нерюнгри в составе



шести учащихся и двух руководителей – преподавателей по робототехнике. Приглашение на участие в этом мероприятии пришло от Лаборатории интеллектуальных технологий «ЛИНТЕХ», который был одним из организаторов фестиваля. В научно-практической конференции «РоботоБУМ», где участвовало 50 проектов, лицеисты представили две проектно-исследовательские работы. В результате оба проекта стали победителями. Кроме этого, проект Мозгачёвой Ксении был удостоен диплома Победителя в номинации «Умение использовать известные результаты, факты, знания» IV Всероссийской научно-практической конференции «РоботоБУМ».

Важным вопросом в работе лицея является развитие взаимовыгодного сотрудничества с ТИ (ф) СВФУ. Оно осуществляется в рамках Договора, подписанного 12 ноября 2013г. директором лицея Жилиным С.М. и директором ТИ(ф) СВФУ Павловым С.С.

Предметом Договора является сотрудничество Сторон в сфере реализации мероприятий программы «ТИ (ф) СВФУ – ИТЛ №24» и осуществлении совместной деятельности, направленной на развитие образовательного процесса и повышения качества образования в Лицее. Сотрудничество Сторон выражается в осуществлении Институтом комплексной педагогической, методической, научной и психологической поддержки образовательного процесса в лицее, в создании на базе лицея площадки по реализации образовательных технологий, соответствующих современным стандартам и показателям качества образования.

За прошедшее время было проведено немало совместных мероприятий:

- Презентация кафедр института членам НОУ и старшеклассникам лицея.
- Активное участие лицеистов в олимпиадах СВОШ и МСВОШ, в конференциях, проводимых СВФУ, в мероприятиях кафедры математики и информатики ТИ (ф) СВФУ.
- Ежегодное участие научных сотрудников ТИ (ф) СВФУ в работе экспертных групп региональной НПК «Шаг в будущее» и в лицейской конференции.

Одной из лучших форм работы стала реализация проекта «Встреча с интересными людьми». В рамках этого проекта состоялись встречи делового и познавательного характера, основными темами встреч были: «Изучение истории развития промышленности Нерюнгринского района», «Роль исследований в различных областях науки» и др. За многие годы в деятельности научного общества сложились свои традиции. Главным событием и одновременно результатом работы НОУ является традиционная региональная научно-практическая конференция учащихся «Шаг в будущее», которая проходит на базе нашего лицея.

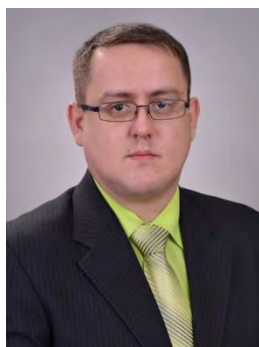
Уже в течение трёх лет юные лицеисты (начальная школа и 5-7 кл.) принимают участие во Всероссийской НПК «Первые шаги в науке», которая проходит в Москве. Ребята проходят заочный отборочный тур, а затем победители принимают участие в очном туре.

По итогам региональной НПК «Шаг в будущее», конференции «Первые шаги в науке» члены Совета НОУ проводят праздничное заседание научного общества «День лицейской науки», где победители и призеры в соответствии с Положением «О деятельности НОУ» награждаются дипломами и денежными премиями. В феврале каждого года в лицее проходит празднование Дня Российской науки. На этот праздник мы приглашаем гостей из учебных заведений города. Ежегодно в апреле проходит традиционная лицейская конференция, которая выявляет интересные работы лицеистов, и дает им путевку на региональную НПК «Шаг в будущее».

Безусловно, значительны успехи наших исследователей на Всероссийских и республиканских научно-практических конференциях:

- 2012 год – X Всероссийская детская конференция «Первые шаги в науке» в Москве – два диплома первой степени и два диплома второй степени;
- 2013 год – XVIII Республиканская научно-практическая конференция молодых исследователей «Шаг в будущее» – два диплома первой степени и диплом третьей степени;
- 2013 год – XX Всероссийская научно-творческая конференция старшеклассников и студентов «Интеллектуальное возрождение» в Санкт-Петербурге – диплом второй степени;
- 2013 год – XII Всероссийская детская конференция «Первые шаги в науке» в Москве - диплом победителя и три диплома второй степени;
- 2014 год – XIX Республиканская научно-практическая конференция «Шаг в будущее» – диплом 2 степени и рекомендация к участию в конференции в г. Ярославль, три диплома четвертой степени;
- 2014 год – 52-я Международная научная студенческая конференция в г. Новосибирске – диплом третьей степени;
- 2014 год – XV Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных, аспирантов и студентов – диплом первой степени, два диплома третьей степени и второе место в научно-технической выставке данной конференции;
- 2014 год – Всероссийский фестиваль «РоботоБУМ» – два диплома первой степени;
- 2014 год – XIV Всероссийская детская конференция «Первые шаги в науке» в Москве – диплом победителя и три диплома первой степени, один диплом второй степени;
- 2015 год – VI республиканская научная конференция молодых исследователей «Шаг в будущее – Инникигэ хардыы» им. академика В.П. Ларионова – диплом третьей степени, дипломы второй и третьей степени за представление проектов на английском языке, диплом четвертой степени;
- 2015 год – Всероссийский форум научной молодёжи «Шаг в будущее» в г. Москва – диплом третьей степени.

#### **Результаты научно-исследовательской деятельности студентов ТИ (ф) ФГАОУ ВПО «СВФУ»**



*Литвиненко А.В., канд. техн. наук, начальник  
отдела научных исследований и инновационной  
деятельности ТИ (ф) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: [titrovez@mail.ru](mailto:titrovez@mail.ru)*

В Техническом институте (филиале) ФГАОУ ВПО «СВФУ» научно-исследовательская деятельность осуществляется по следующим направлениям: горно-геологическое, гуманитарное, естественнонаучное и техническое.

Горно-геологическое направление:

- Использование электромагнитного микроволнового излучения в области совершенствования технологии и техники бурения скважин.

- Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых.
  - Оценка возможности газификации углей и отходов углеобогащения.
  - Геоэкологический мониторинг и инженерно-геологические изыскания при освоении месторождений полезных ископаемых.
  - Изучение горно-геологических условий при разработке месторождений полезных ископаемых.
  - Обработка геоинформации.
- Гуманитарное направление
- Личностно-ориентированный подход в формировании ЗОЖ молодежи.
  - Типология языка и литературы (на материале европейских, русского и якутского языков).
  - Межкультурная коммуникация и перевод.
  - Преподавание иностранных языков в ситуации многоязычия.
  - Прикладная психолингвистика: этнокультурная специфика языкового сознания народов РС (Я).
  - Оптимизация системы качества образования в филиале территориально отдаленного университета.
  - Топонимика Южной Якутии.
  - Русская литература XX-XXI вв.
- Естественнонаучное направление
- Биологические исследования в Южно-Якутском регионе.
  - Адаптация культурных растений к неблагоприятным условиям возделывания посредством регуляторов роста природного происхождения.
  - Изучение проблем озеленения населенных пунктов Южной Якутии.
  - Психолого-педагогическое сопровождение образования: личностный и институциональный аспект.
- Техническое направление
- Обеспечение надежности и повышение эффективности функционирования децентрализованных систем электроснабжения республики Саха (Якутия).
  - Методология повышения эффективного управления электротехническими комплексами и объектами различных сфер путем совершенствования комплексных методов и средств информационного обеспечения.
  - Управление многодвигательным электроприводом с гибкими связями и общей задающей моделью.
  - Тепловизионные исследования.
  - Эффективные подборы бетонных смесей.
  - Энергоэффективность системы ЖКХ.

Количество студентов участвующих в научно-исследовательской деятельности института представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Количество студентов, участвующих в научно-исследовательской деятельности**

	2010	2011	2012	2013	2014	Среднее значение
Общее количество студентов	716	698	673	667	512	653
Количество студентов, участвующих в НИД	170	158	159	178	176	168
Процент студентов, участвующих в НИД	23,7	22,6	23,6	26,7	34,3	25,7

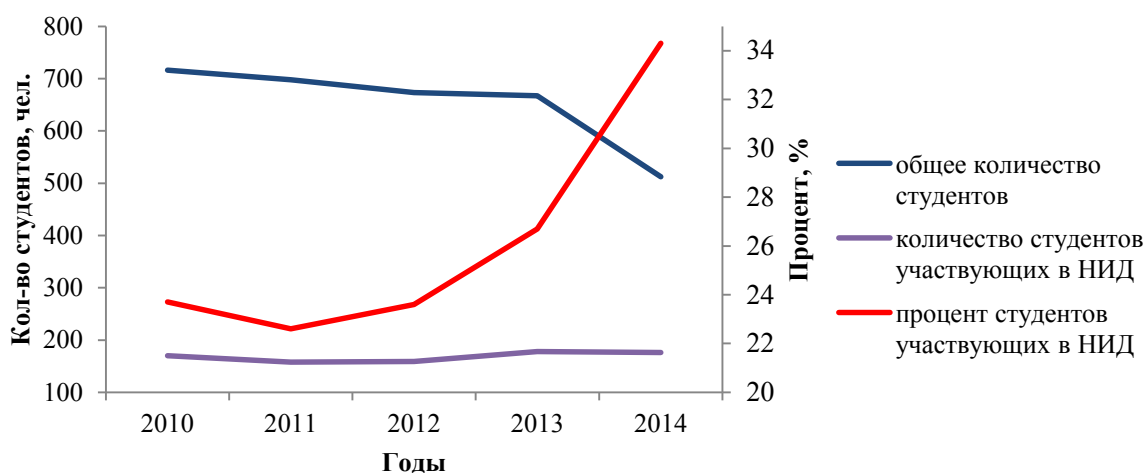


Рис. 1. Динамика участия студентов в научно-исследовательской деятельности ТИ (ф) СВФУ

Научно-исследовательская работа студентов является неотъемлемой составляющей образовательного процесса в Техническом институте. В таблице 6 представлены результаты участия студентов очного отделения в научных мероприятиях за период с 2010 по 2014 год.

Таблица 2

#### Участие студентов в научных мероприятиях

Уровень мероприятия (конференции, выставки и т.д.)	2010	2011	2012	2013	2014	ИТОГО
Международные	14 / 24	11 / 24	23 / 28	20 / 43	12 / 50	80 / 169
Российские	15 / 139	13 / 182	14 / 178	5 / 120	3 / 129	50 / 748
Межрегиональные, региональные	7 / 14	4 / 12	2 / 21	1 / 1	1 / 2	15 / 50
Республиканские	7 / 20	6 / 15	0 / 0	0 / 0	0 / 0	13 / 35
Районные, городские, на базе СВФУ	49 / 647	42 / 440	15 / 139	5 / 46	1 / 5	112 / 1277
<b>ВСЕГО:</b>	<b>92 / 844</b>	<b>76 / 673</b>	<b>54 / 366</b>	<b>31 / 210</b>	<b>17 / 186</b>	<b>270 / 2279</b>

Примечание: в числителе указано количество мероприятий, а в знаменателе количество участников.

Как видно из таблицы, отмечается повышение активности участия студентов в мероприятиях международного и российского уровня на 10% по сравнению с 2013 г.

В таблице 3 представлено количество статей, опубликованных студентами за последние 5 лет в издательствах различного уровня.

Таблица 3

## Статьи, опубликованные студентами за последние 3 года

Сборники, их уровень	Год					ИТОГО
	2010	2011	2012	2013	2014	
в зарубежных изданиях	0	0	5	0	0	5
в сборниках международных конференций	7	6	8	30	20	71
в изданиях федерального уровня и рекомендованных ВАК	19	53	17	19	11	119
другие издания	124	82	148	112	127	593
<b>ВСЕГО</b>	<b>150</b>	<b>141</b>	<b>178</b>	<b>161</b>	<b>158</b>	<b>788</b>

Анализируя представленные данные можно отметить тенденцию поддержания количества опубликованных студенческих работ на высоком уровне. При этом стоит отметить, что благодаря принятой в 2010 и расширенной в 2011-14 году программе развития студенческой науки ТИ (ф) СВФУ коэффициент долевого участия студентов в научной работе составляет 0,3 (отношение кол-ва публикаций к количеству студентов) в 2014 г.

Также в 2014 году студенты ТИ (ф) СВФУ принимали участие в 13 конкурсных программах и грантах. Всего в данной области приняло участие 24 студента по различным направлениям, из них: 2 студента на международном уровне; 16 студентов на федеральном уровне; 3 студента на республиканском уровне; 1 студента на городском уровне и 10 на базе ТИ (ф) СВФУ.

Основные результаты участия студентов в научно-исследовательской деятельности за период 2010-2014 г.г. представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Результативность участия студентов ТИ (ф) ФГАОУ ВПО СВФУ  
в научно-исследовательской деятельности**

Награда, уровень	Год					ИТОГО
	2010	2011	2012	2013	2014	
<i>Почетные грамоты, сертификаты благодарственные письма</i>	<i>60</i>	<i>57</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>144</i>
<i>Дипломы конференций, всего</i>	<i>113</i>	<i>46</i>	<i>24</i>	<i>18</i>	<i>23</i>	<i>224</i>
В т.ч.: международных	4	3	2	0	7	16
всероссийских	47	23	17	12	15	114
<i>Дипломы победителей олимпиад, всего</i>	<i>23</i>	<i>14</i>	<i>13</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>55</i>
В т.ч.: международных	1	1	0	0	0	2
всероссийских	1	0	1	1	1	4
<i>Победители конкурсов на лучшую НИРС</i>	<i>22</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>39</i>
В т.ч.: международных	0	0	0	0	1	1
всероссийских	12	1	0	1	1	15
<i>Гранты, именные стипендии, всего</i>	<i>9</i>	<i>48</i>	<i>7</i>	<i>22</i>	<i>6</i>	<i>92</i>
В т.ч.: международных	5	1	0	5	1	12
всероссийских	0	33	0	4	5	42
<b>ВСЕГО:</b>	<b>227</b>	<b>170</b>	<b>58</b>	<b>56</b>	<b>43</b>	<b>410</b>

За 2014 год в оплачиваемых НИР на базе ТИ (ф) СВФУ участвовало 11 студентов, из них: 3 студента по темам «Подбор составов бетонов, входной контроль бетонной

смеси, изготовление и испытание бетонных образцов с целью определения прочности при осевом сжатии, морозостойкости и водонепроницаемости. Входной контроль качества строительных материалов. Испытание заполнителей в бетонные смеси. Испытание грунтов. Испытание арматуры на разрыв»;

Из 512 (среднегодовой показатель) студентов очной формы обучения в качестве штатных сотрудников лабораторий института в 2014 году работало 3 человека, что составило 0,6 %.

В составе временных творческих коллективов, ориентированных на исследованиях в перспективных научных областях, задействован 1 студент. По грантам ТИ (ф) СВФУ работает 7 студентов. Итого общая численность задействованных в научных исследованиях студентов на 2014 год составляет 176 студентов.

На 1 декабря 2014 г. согласно отчетным материалам в ТИ (ф) СВФУ действуют 9 научных кружков, в которых задействованы 114 студентов, или 22,3 % от среднегодовой численности студентов.

За отчетный период на базе ТИ (ф) СВФУ и при участии сотрудников ТИ (ф) СВФУ (организаторы) были проведены следующие научные мероприятия для студентов:

1. Международный семинар «The Arctic as extractive industries resource frontier: legal and political economy developments»;
2. Международный семинар «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера (на примере с. Иенгра Нерюнгринского района)»;
3. XV Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященная Году науки;
4. Всероссийская олимпиада студентов по элементарной геометрии;
5. Региональная научно-практическая конференция среди школьников и студентов;
6. V региональная научно-практическая конференция «Психолого-педагогическое сопровождение участников образовательного процесса»;
7. Районные Педагогические чтения;
8. Викторина «Солнечная система»;
9. Конкурс программ образовательных учреждений;
10. Конкурс программ экспериментальных площадок;
11. Педагогические чтения работников образования Нерюнгринского района.

## Секция 1. Энергетика

### Разработка оптимальной формы культиватора закрытого типа

*Алексеев М.А., Арьянова Э.Д., Иванова С.С., Карпова О.С.,  
Коршунов К.О., Трофимчук О.А., Шевченко И.Г., студенты,  
Томский политехнический университет, г. Томск  
E-mail: oksana.karpova92@mail.ru*

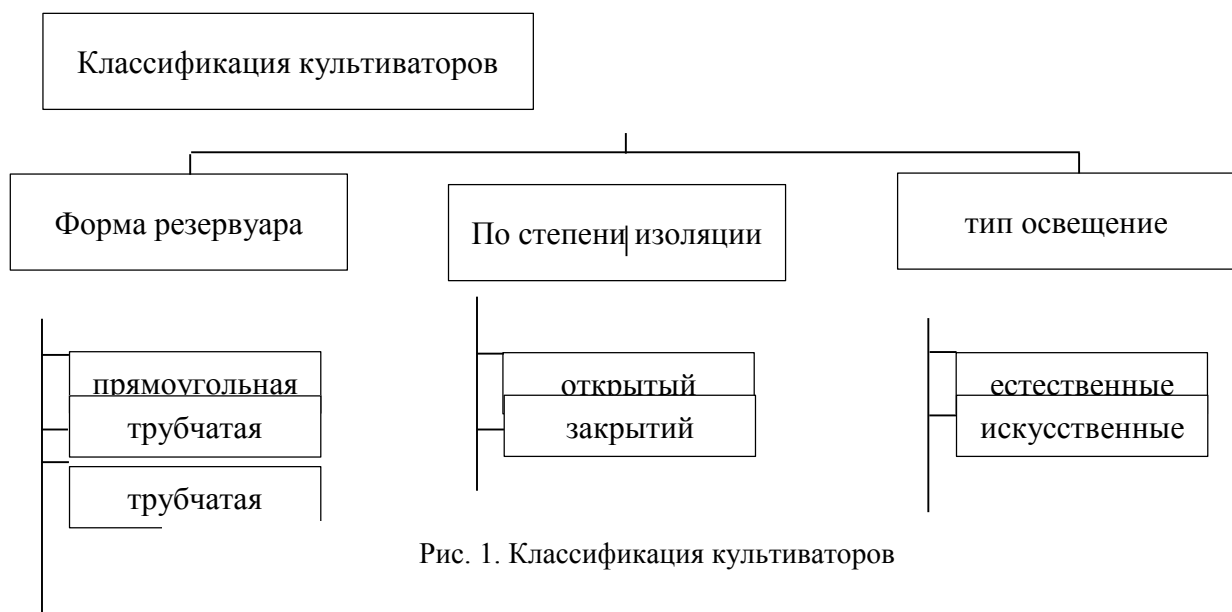
*Научный руководитель:  
канд. физ.-мат. наук Яковлев А.Н.*

**Аннотация:** Целью данной работы является разработка оптимальной формы культиватора закрытого типа для эффективного выращивания микроводоросли *Chlorella*. Были спроектированы модели разных форм резервуара и проведен светотехнический расчет. В результате подтверждена возможность создания более эффективного фотобиореактора для культивации хлореллы.

**Ключевые слова:** хлорелла; фотобиореактор; микроводоросль.

В настоящее время на мировом и российском рынке сырья существует потребность в получении сравнительно недорогой и высококачественной биомассы фотосинтезирующих микроорганизмов, которые содержат ряд ценных и незаменимых органических веществ, используемых в различных отраслях народного хозяйства, в частности в комбикормовом производстве [1]. Наиболее значимым по питательной ценности микроорганизмом является водоросль *Chlorella* [2]. Для культивирования данной микроводоросли применяется специальное устройство – фотобиореактор. Продуктивность микроводоросли в основном зависит от типа и конструкции данной установки.

На сегодняшний день компании, занимающиеся производством хлореллы, а также изготовители культиваторов применяют широкий спектр форм фотобиореакторов [3]. При исследовании этого аспекта была создана классификация конфигураций резервуаров, применяемых при культивации хлореллы, которая представлена на рисунке 1.



Конфигурация резервуара культиватора влияет на эффективность роста хлореллы, за счет различного распределения излучения [4]. Поэтому была поставлена задача определения оптимальной формы культиватора закрытого типа. Для решения данной задачи была выявлена наиболее распространённая конфигурация резервуара – прямоугольная. В ходе исследования была выдвинута гипотеза о том, что распределение излучения в цилиндрической форме будет равномернее.

Для сравнения этих форм было произведено компьютерное моделирование в программе DIALux (рис. 2) по геометрическим параметрам, представленным в таблице 1.

Таблице 1

Геометрические параметры культиваторов

Параметры	культиватор прямоугольной формы	культиватор цилиндрической формы
Объем (V), м <sup>3</sup>	0,43	0,43
Суммарный световой поток (Ф), лм	4800	4800
Суммарная мощность (P), Вт	56	56
Коэффициент отражения поверхностей (Rотр), %	80	80
Количество облучателей	6	2



Рис. 2. 3D модели культиваторов в DIALux: а – цилиндрической формы, б – прямоугольной формы

Далее приведены результаты светотехнического расчета, производимого для получения информации о распределении излучения от источника внутри резервуара. Визуализации расчетов в фиктивных цветах представлены на рисунках 3 и 4.

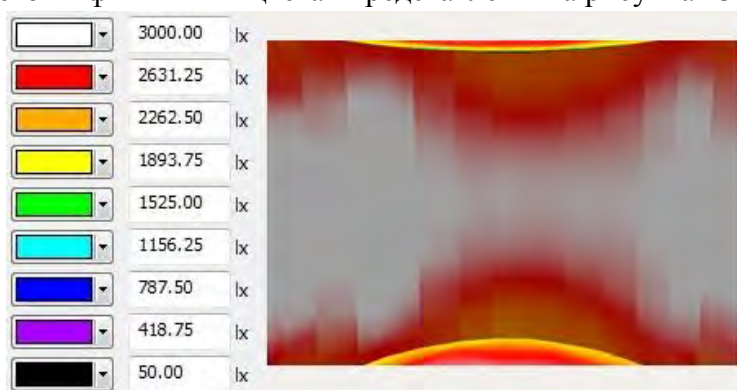


Рис. 3. Фиктивные цвета цилиндрического культиватора



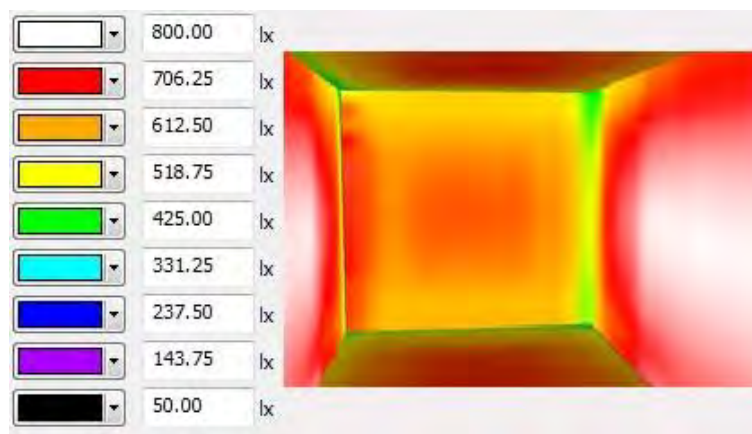


Рис. 4. Фиктивные цвета прямоугольного культиватора

Из полученных данных можно сделать вывод, о том, что наиболее эффективный рост хлореллы будет наблюдаться в резервуарах цилиндрической формы, так как в данной модели меньше стыков в конструкции, чем в прямоугольной, следовательно, облучение культуры будет более равномерным.

#### Список литературы:

1. Шевцов А.А., Шенцова Е.С. Исследование процесса массового культивирования хлореллы методами планирования эксперимента [Электронный ресурс] / Известия вузов. Пищевая технология, №2-3, 2009 г.

2. Кругликова, Л.Л. Влияние фотометрических характеристик источника излучения на эффективность выращивания микроводоросли *Chlorella Vulgaris* [Электронный ресурс] / Л.Л. Кругликова, Д. М. Савинова; науч. рук. А.Н. Яковлев // Современные техника и технологии: сборник трудов XX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 14-18 апреля 2014 г. в 3 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — 2014 . — Т. 1 . — [С. 135-136].

3. Официальный сайт компании ООО "Дело" – [электронный ресурс] – Режим доступа. - URL: [http:// www.хлорелла.рф](http://www.хлорелла.рф)

4. Культивирование микроводорослей в фотобиореакторе – [электронный ресурс] – Режим доступа. - URL: <http://biofuellab.ru/micro/fito.php>

### **Совершенствование автономных систем электроснабжения изолированных районов Якутии с использованием локальных ресурсов подземной газификации угля**

*Андросов М.М., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*Научный руководитель:  
к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭПиАПП Куиушкина В.Р.*

Республика Саха (Якутия) имеет несопоставимые с другими субъектами Российской Федерации расходы на дизельную энергетику, которые необходимо сокращать и субсидировать бюджетными или иными источниками.

Низкий уровень развития транспортной инфраструктуры, многозвенность процесса завоза топлива, эксплуатация большей частью устаревших и физически изношенных автономных энергоисточников, определяет их неудовлетворительное техническое состояние, низкую экономичность, что приводит к высоким потерям и многократному росту себестоимости производимой электроэнергии и постоянное повышение тарифов на энергию.

В тоже время в Якутии имеются большие запасы местных топлив значительно дешевле, чем дизельное топливо, это каменный и бурый уголь, сланцы, богхеды, оценке возможности использования которых посвящено данное исследование.

Негативные факторы подтверждают необходимость проведения мероприятий и технологических разработок по оптимизации объектов локальной энергетики Республики Саха (Якутия) (модернизация энергетических объектов, реконструкция объектов систем электроснабжения, техническое перевооружение, вовлечение внутренних энергоресурсов и т.д.).

Большие запасы и повсеместное распространение угля определяют его перво-степенное значение в качестве энергоносителя для энерго и теплоснабжения региона.

Следует отметить, что не все запасы угля могут быть рентабельно отработаны подземным или открытым способом. Поэтому необходимо рассмотреть возможность применения альтернативного способа разработки каменноугольных запасов, в частности, методом подземной газификации углей (ПГУ).

Предварительно в исследовании проведена оценка потенциала местных традиционных ресурсов, выделены территории, перспективные для диверсификации топливно-энергетического ресурса, изучена технология получения и использования энергоресурса в процессе подземной газификации.

Согласно карте угольных бассейнов Республики Саха (Якутия), перспективными являются следующие районы: 1 — Булунский; 2 — Жиганский; 3 — Анабарский.

На данный момент в перечисленных выше улусах основным видом топлива для электростанций является дизельное топливо, мазута. Основным топливом для котельных является каменный уголь.

Сравнительный анализ структуры альтернативных систем электроснабжения от мини-ТЭС основывался на рассмотрении следующих показателей: местное присутствие топлива; преимущество приводов электрогенераторов; вопросы расхода топлива и эксплуатационных затрат, которые напрямую связаны с выгодами, и со сроком окупаемости оборудования станции; сравнение газопоршневых и газотурбинных двигателей по показателям надежности. Если проводить сравнение газопоршневых и дизельных двигателей, то стоимость единицы электрической энергии, произведенной на дизельной установке в 6–7 раз больше, чем на газопоршневой. Другим преимуществом газопоршневых установок является их большая экологическая безопасность.

Сравнение турбинных и поршневых двигателей для применения на мини-ТЭС показывает, что установка газовых турбин наиболее выгодна на крупных промышленных предприятиях, которые имеют значительные (больше 8–10 МВт) электрические нагрузки, собственную производственную базу, высококвалифицированный персонал для эксплуатации установки, ввод газа высокого давления. Мини-ТЭС на базе газопоршневых двигателей перспективны в качестве основного источника электроэнергии и теплоты на предприятиях самого широкого диапазона деятельности.

Изучение данных по электропотреблению и суточных графиков нагрузок ДЭС Жиганска, показало, что при большой неравномерности нагрузки ее «плотность» доста-

точно высокая, что свидетельствует о высоком значении коэффициента заполнения суточного графика нагрузки. Низкие значения коэффициента неравномерности связаны со значительными сезонными колебаниями максимума и минимума нагрузок.

На некоторых ДЭС в летний период минимальная нагрузка падает практически до нулевой отметки. В связи с этим, анализ суточных графиков нагрузок по обобщенным годовым показателям дает значительную погрешность.

Выбора числа и мощности электроагрегатов ГПУ, произведен с учетом суточного графика нагрузки Жиганской ДЭС.

- Суммарная мощность агрегатов должна быть на 25 % больше суточного максимума нагрузки:  $P_{\text{сумм}} \geq 1,25 \cdot P_{\text{макс}}$

Выполнение этого условия обеспечит загрузку ГПУ в режиме максимальных нагрузок не более чем на 80 %.

- для удобства сервисного обслуживания все газопоршневые установки должны быть одного типоразмера;

- максимальное количество агрегатов ГПУ не должно быть больше 8.

Для исследованного суточного графика нагрузки возможны следующие варианты конструктивного исполнения ГПУ:

- 2 агрегата  $P_{\text{ном}} = 2575$  кВт;

- 4 агрегата  $P_{\text{ном}} = 1460$  кВт;

- 6 агрегатов  $P_{\text{ном}} = 850$  кВт;

- 8 агрегатов  $P_{\text{ном}} = 654$  кВт.

Выбираем газотурбинную установку G3520H фирмы Caterpillar.

Когенерационная установка Caterpillar G3520H стала финальной моделью в Н-серии газовых генераторов G3500 и выгодно отличается из всего ассортимента аналогичного оборудования наименьшими эксплуатационными затратами. При этом сохраняется высокая производительность и безотказная работа машины.

Суммарный КПД установки составляет 87,5 %. Электростанции данной модели спроектированы специально для длительной непрерывной эксплуатации и предоставляют прекрасную возможность при минимальных материально-технических затратах расширить генерирующие возможности ТЭЦ и организовать дополнительный постоянный источник электроэнергии.

Гибкие возможности комплектации и простота масштабирования данной модели и интеграции ее в существующую энергосистему позволяет купить генератор, который сможет эффективно удовлетворить текущие энергетические потребности объекта и без труда нарастить генерирующие мощности в дальнейшем.

Газовый генератор оснащен эффективным двигателем, отличающимся высокой производительностью при минимальном потреблении топливного газа.

При подземной газификации угля основным параметром процесса является интенсивность процесса газификации. Она зависит от ряда влияющих факторов, большинство из которых определяются опытным путем.

## Сравнение светотехнических и стоимостных показателей при ЛП и ЗС фасадов с использованием светодиодов

*Бекетова Г.О., магистрант,  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск  
E-mail: gulnar91\_90@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Никитин В.Д.*

Освещение фасадов – это целое искусство, и оно требует от своего создателя не только технических знаний, но и тонкого художественного вкуса. Особенно это важно при оформлении исторических фасадов, когда каждая деталь здания несет в себе какой-то смысл, и его нельзя упустить.

Приемы фасадного освещения. При выборе способа освещения и соответствующих ему светильников необходимо учитывать множество моментов, основными из которых являются:

- архитектурные особенности и стиль конкретного фасада;
- положение здания по отношению к сторонам света;
- вид окружающего ландшафта;
- назначение здания или сооружения.

Создание необходимого нам образа здания может быть осуществлено с помощью следующих вариантов:

Заливающее освещение – создается при помощи мощных прожекторов, которые позволяют осветить все здание. При этом оно обычно освещается равномерно, и выделяется из общей среды (рис. 1).



Рис. 1. Собор Саграда Фамилия в Барселоне



Рис. 2. Главный корпус НИ ТПУ

Локальная подсветка - предназначена для выделения выразительных частей фасада, таких как колонны, балконы, окна, двери и т.д (рис. 2).

Поскольку приборы для фасадного освещения располагаются на улице и выполняют свою задачу круглогодично и при любых погодных условиях, требования, предъ-

являемые к ним довольно высоки. Приборы должны быть устойчивы к механическим повреждениям, перепадам температур, а также проникновению воды и пыли.

В качестве объектов для сравнения выбраны светодиодные светильники для локальной подсветки (ЛП) на мощных светодиодах «Уфа» с кристаллами Cree [1] и «Linterna» на светодиодах Osram [1]; для освещения заливающим светом (ЗС) выбраны прожекторы Color Reach Compact Powercore (DCP403) и Color Reach Powercore (DCP776) компании Philips [2] (см. табл. 1).

Таблица 1

Светильников «Уфа», «Linterna» и прожекторов Color Reach Compact Powercore (DCP403) и Color Reach Powercore (DCP776)

Наименование СП	«Уфа»	«Linterna»	DCP403	DCP776
Напряжение питания, V	175...240	180...250	100...240	100...240
Потребляемая мощность, W	133	42	130	290
Световой поток, lm	6650	3500	4001	8488
Световая отдача, lm/W	50	83	31	29

В работе используются экономические показатели [3, стр. 74], указанные в табл.2,3,4.

Таблица 2

Экономические показатели СП

Показатели	Размерность	Формулы
Удельная стоимость	руб·W/m <sup>2</sup>	$C \cdot P \cdot S^{-1}$ (1)
Удельная приведенная стоимость	руб·lm/W	$C \cdot \eta_v^{-1} \cdot \eta^{-1}$ (2)
Удельная относительная стоимость	руб/lx	$C \cdot E^{-1} \cdot k_3^{-1}$ (3)
Стоимость единицы световой энергии	руб/Mlm·h\руб/Glm·s	$G_{12} = q \cdot \eta_v^{-1} \cdot C \cdot \Phi^{-1} \cdot \tau^{-1}$ (4)

Таблица 3

Сравнение светотехнических и стоимостных показателей светодиодных СП при ЛП и ЗС (  $\tau=5 \cdot 10^4$  h,  $q=1$  руб/kW·h, экспертная оценка площади светового пятна S и коэффициента использования  $\eta$  обозначена <sup>3</sup> )

Система освещения	ЛП (Количество СП – 20)		ЗС (Количество СП – 3)	
	«Linterna»	«Уфа»	«DCP776»	«DCP403»
P, W \ $\eta_v$ , lm/W	42 \ 83	133 \ 50	290 \ 29	130 \ 31
S, m <sup>2</sup> \ $\eta$	10 <sup>3</sup> \ 0,7 <sup>3</sup>		50 <sup>3</sup> \ 0,4 <sup>3</sup>	
Освещенность E, lx, при $k_3=1,0\ 1,5$	244 \ 162	466 \ 311	67 \ 46	33 \ 21
Стоимость (СП+ИС), руб	20·5650=113000	20·39400 = = 788000	3·10000 <sup>3</sup> = 30000	

Значение стоимости: удельной	$\frac{5650 \cdot 42}{10} = 23730$	$\frac{39400 \cdot 133}{10} = 524020$	$\frac{10000 \cdot 290}{50} = 58000$	$\frac{10000 \cdot 130}{50} = 26000$
удельной приведенной	$\frac{5650}{0,7 \cdot 83} = 97,25$	$\frac{39400}{0,7 \cdot 50} = 1125,71$	$\frac{10000}{0,4 \cdot 29} = 862,07$	$\frac{10000}{0,4 \cdot 31} = 806,45$
удельной относительной (одного люкса с учетом $k_3=1,0 \setminus 1,5$ )	$\frac{5650}{244/1,0} = 23,1$	$\frac{39400}{466/1,0} = 84,55$	$\frac{10000}{67/1,0} = 149,25$	$\frac{10000}{33/1,0} = 303,03$
	$\frac{5650}{244/1,5} = 34,7$	$\frac{39400}{466/1,5} = 84,55$	$\frac{10000}{67/1,5} = 223,91$	$\frac{10000}{33/1,5} = 454,5$
единицы световой энергии	44,2 \ 12,2	138,49 \ 38,47	57,96 \ 16,1	82 \ 22,78

Таблица 4

Сравнение светотехнических и стоимостных показателей одного и того же СП (DCP776, P=290W, эффективность, 29 lm/W) при ЛП и ЗС ( $\tau=5 \cdot 10^4$  h,  $q=1$  руб/kW·h, экспертная оценка площади светового пятна S и коэффициента заполнения светового пятна  $\beta$  обозначена <sup>3)</sup>)

Система освещения	ЛП (Количество СП 20)	ЗС (Количество СП 3)
S, m <sup>2</sup> \ $\beta$	10 <sup>3</sup> \ 0,5 <sup>3</sup>	50 <sup>3</sup> \ 0,7 <sup>3</sup>
Освещенность E, lx при $k_3=1,0 \setminus 1,5$	421 \ 281	118 \ 79
Стоимость (СП+ИС), руб	20 · 10000 <sup>3</sup> = 200000	3 · 10000 <sup>3</sup> = 30000
Значение стоимости: удельной удельной приведенной	$\frac{10000 \cdot 290}{10} = 290000$	$\frac{10000 \cdot 290}{50} = 58000$
	$\frac{10000}{0,5 \cdot 29} = 689,65$	$\frac{10000}{0,7 \cdot 29} = 492,61$
удельной относительной (одного люкса с учетом $k_3=1,0 \setminus 1,5$ )	$\frac{10000}{421/1,0} = 23,75$	$\frac{10000}{118/1,0} = 84,75$
	$\frac{10000}{421/1,5} = 35,58$	$\frac{10000}{118/1,5} = 126,58$
единицы световой энергии	57,59 \ 15,98	

**Выводы:**

Расчеты светотехнических и стоимостных показателей светодиодных светильников и прожекторов при использовании для ЛП и ЗС показали, что значения:

- стоимости единицы световой энергии светильника «Уфа» больше, чем DCP403, а «DCP776» - больше, чем у светильника «Linterna»;
- при ЛП удельная и удельная приведенная стоимости больше, чем при ЗС, но удельная относительная стоимость меньше.

**Список литературы:**

1. Компания ООО «Прайм» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ekolight.ru/catalog/svetodiod\\_svetilniki](http://ekolight.ru/catalog/svetodiod_svetilniki). – 14.05.2014.

2. Компания Royal Philips [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecat.lighting.philips.ru>. – 14.05.2014.

3. Никитин В.Д., Башкатова Е.С. Сравнительная оценка локальной подсветки и освещения прожекторами заливающего света // Сборник тезисов докладов на научно-технической конференции «Молодые светотехники России». – М: «ВИГМА», 2006. – С.74-78.

### **Разработка технологии плазмодинамического синтеза ультрадисперсного монокристаллического порошка оксида цинка**

*Водопьянов Е.М., студент,  
Томский политехнический университет,  
г. Томск  
E-mail: Headfire94@gmail.com*

*Научный руководитель:  
к.т.н., доцент Ивашутенко А.С.*

В последние десятилетия наблюдается большой интерес в исследовании оксида цинка (ZnO). Это уникальный функциональный материал с высокой подвижностью электронов, высокотемпературной проводимостью, большой шириной запрещенной зоны (3,37 эВ) и энергией связи экситонов (60мэВ), обладающий полупроводниковыми, пьезоэлектрическими, ферроэлектрическими и ферромагнитными свойствами, которые позволяют использовать его для широкого спектра устройств. Оптические и электрические свойства находят применения в таких устройствах как солнечные батареи, фотодетекторы, лазерные диоды, светодиоды, датчики загазованности, биосенсоры, нелинейные ограничители перенапряжения, тонкопленочные транзисторы и др. Антибактериальные, и дезинфицирующие свойства, биосовместимость, а также способность к отражению ультрафиолетового излучения находят применение в текстильной и полимерной промышленности, парфюмерии, косметике, медицине [1-4].

С другой стороны, оксид цинка привлекает внимание своей способностью принимать различные формы наноструктур: нанопроволоки, наноленты, нанокольца, нанорешетки, наносферы, нановолокна, нано-тетраподы и гетероструктуры, которые представляют интерес для широкого круга применений [5].

Особый интерес для повышения надежности и качества энергосбережения представляет использование нанопорошка оксида цинка в качестве основного материала для изготовления варисторов для защиты от перенапряжения в электрических схемах. Основной причиной использования нанопорошков является то, что с помощью наноструктурирования удастся получить варисторы как с очень маленьким пороговым напряжением 100 В/мм, так и с очень большим 3000 В/мм, путем управления ростом зерен, а, следовательно, и количеством границ зерен. Также, немаловажным фактором использования наноструктур является то, что для спекания частиц малого размера требуется меньшая температура, что влечет за собой экономическую выгоду

Ультрадисперсный порошок оксида цинка был получен универсальным плазмодинамическим методом в сверхзвуковой струе электроразрядной плазмы. Струя генерируется импульсным (до  $10^{-4}$  с), сильноточным ( $10^5$  А), коаксиальным магнитоплазменным ускорителем (КМПУ) [6], конструкция которого представлена на рис.1.

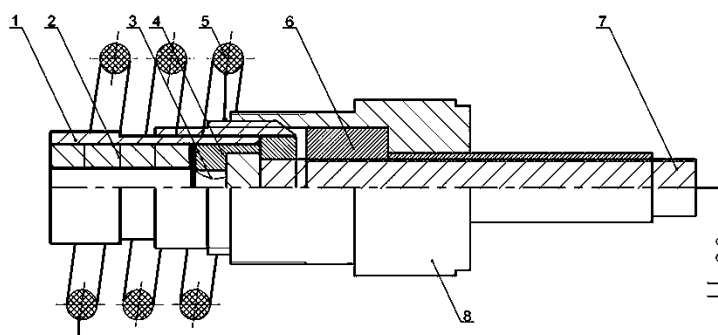


Рис. 1. Конструкция КМПУ

1 – электрод-ствол; 2 – цинковые диски; 3 – электровзрывающиеся проводники; 4, 6 – изоляторы центрального электрода; 5 – соленоид; 7 – центральный электрод, 8 – корпус

Ствол ускорителя представляет собой внешний титановый электрод-ствол с цинковыми дисками внутри, диаметр ускорительного канала составляет 9мм, а длина 190мм. Плазменный выстрел осуществляется в герметичную камеру-реактор заполненную кислородом (0,5 атм.) и воздухом (0,5 атм.).

Электрическое питание ускорителя осуществлялось с помощью ёмкостного накопителя энергии ( $C=3,6$  мФ,  $U=3,8$  кВ). Осциллограммы рабочего тока  $i(t)$  и напряжения  $u(t)$  приведены на рис.2. В течении всего рабочего цикла происходит электроэрозионная наработка цинка с поверхности ускорительного канала. Материал поступает в плазму разряда и вылетает сверхзвуковой струей в камеру, где взаимодействует с кислородом и образует ультрадисперсный порошок оксида цинка.

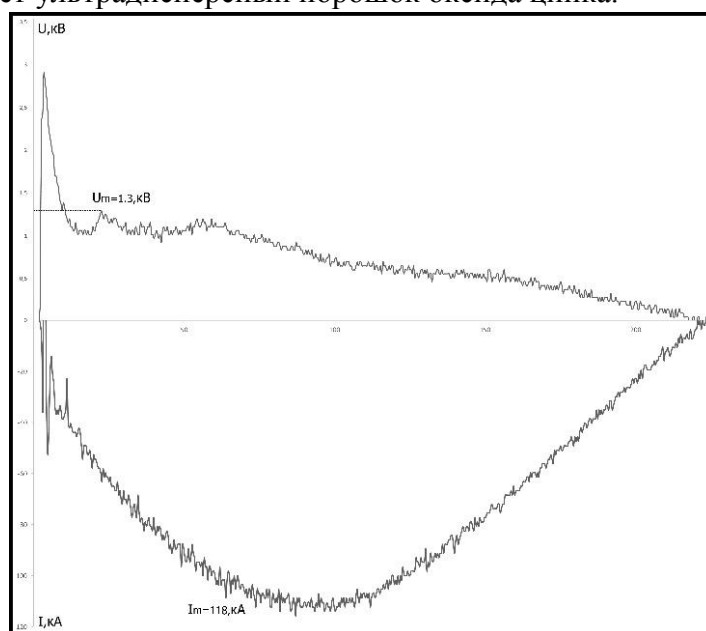


Рис. 2. Осциллограммы тока и напряжения на электродах КМПУ

Регистрация протекания процесса синтеза ультрадисперсного оксида цинка осуществлялась через смотровое окно в камере-реакторе с помощью сверхвысокоскоростной камеры Photron FASTCAM SA1.1.

Сбор порошка происходит спустя некоторое время после окончательного осаждения частиц на стенки реактора. Массовый выход материала составил 9.5 г.

Для исследования фазового состава продукта он был подвергнут исследованию на рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD 7000S. Анализ был проведен с помо-



щью программного пакета PowderCell 2.4 и базы структурных данных PDF4+. В соответствии с полученными данными, порошок более чем на 99.9% состоит из фазы оксида цинка, что свидетельствует о правильности выбора энергетических параметров опыта и подтверждает изначальное предположение о возможности синтеза данной фазы.

Также образец подвергся и микроструктурному анализу. На рис. 3 приведен растровый микроэлектронный снимок порошкообразного продукта динамического синтеза в рассматриваемой системе.

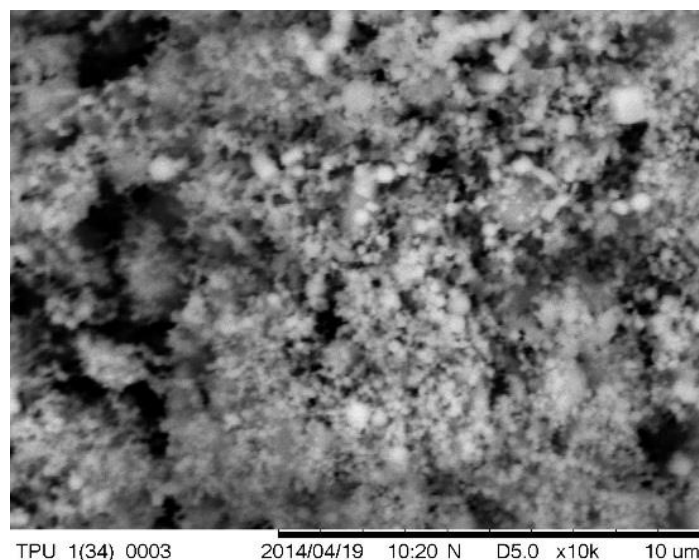


Рис. 3. Микроэлектронный снимок скопления ультрадисперсных объектов в составе продукта динамического синтеза оксида цинка

Для подтверждения результатов рентгеновской дифрактометрии был произведен анализ просвечивающей электронной микроскопии (ТЕМ) с помощью микроскопа Phillips CM-12.

На рис. 4. представлены светлопольный и темнопольный снимки полученного вещества, на которых прекрасно представлена гексагональная структуру монокристаллического оксида цинка. Как видно, большую часть продукта составляют объекты размерами около 200нм.

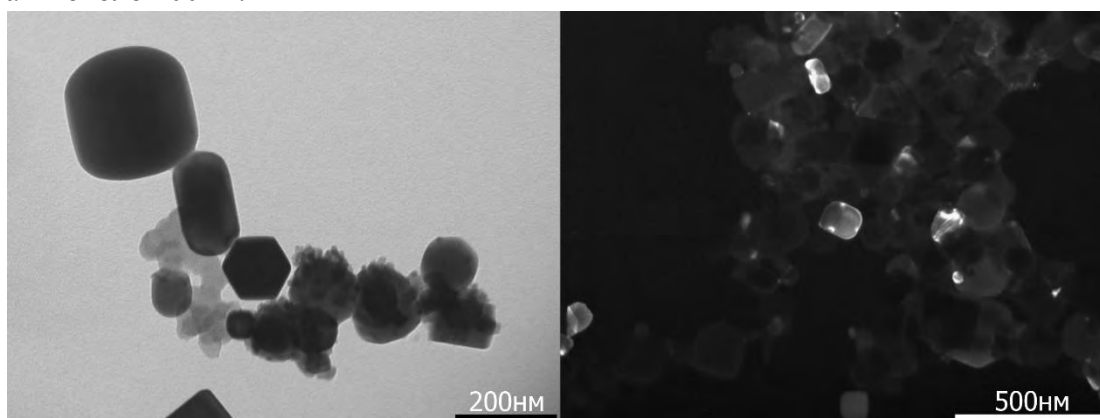


Рис. 4. ТЕМ-снимки оксида цинка светлопольный(слева), темнопольный (справа)

Основываясь на результатах проведенной работы можно сделать вывод о возможности применения метода плазмодинамического синтеза для получения монокристаллического ультрадисперсного порошкового оксида цинка с кристаллической структурой - гексагональная сингония.

### Список литературы

1. Ozgur U., Hofstetter D., Morkoc H. ZnO devices and applications: a review of current status and future prospects //Proceedings of the IEEE. – 2010. – Т. 98. – №. 7. – С. 1255-1268.
2. Kuo C. L. et al. Synthesis of zinc oxide nanocrystalline powders for cosmetic applications //Ceramics International. – 2010. – Т. 36. – №. 2. – С. 693-698.3.
3. Renganathan B. et al. Nanocrystalline ZnO coated fiber optic sensor for ammonia gas detection //optics & laser technology. – 2011. – Т. 43. – №. 8. – С. 1398-1404.
4. Beek W. J. E., Wienk M. M., Janssen R. A. J. Efficient hybrid solar cells from zinc oxide nanoparticles and a conjugated polymer //Advanced Materials. – 2004. – Т. 16. – №. 12. – С. 1009-1013.
5. Djurišić A. B. et al. ZnO nanostructures: growth, properties and applications //Journal of Materials Chemistry. – 2012. – Т. 22. – №. 14. – С. 6526-6535.
6. А. Патент РФ № 2431947 Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель / Сивков А.А., Пак А.Я. Приоритет от 30.04.2010.

### **Энергосбережение. Коммерческие потери и пути к их снижению**

*Жилябина С.В., студентка,  
Южно-Якутский технологический колледж,  
г. Нерюнгри  
E-mail: sofya.zhilyabina@mail.ru*

*Научный руководитель:  
преподаватель Апостолова И.В.*

В настоящее время энергосберегающие технологии являются одним из ключевых направлений развития энергетической политики. Используемые человечеством энергоресурсы постепенно иссякают, стоимость их добычи увеличивается, нерациональное использование ухудшает положение. Поэтому энергосбережение является одним из важнейших направлений любого региона, так как это напрямую связано с экономикой и развитием данного региона и, следовательно, страны. Нужно максимально использовать полученные энергоресурсы и свести к минимуму бесполезные потери электроэнергии насколько возможно, тем самым, достигнув экономичной работы.

Потери электроэнергии в электрических сетях - важнейший показатель экономичности их работы, наглядный показатель состояния системы учета электроэнергии, эффективности энергосбытовой деятельности энергоснабжающих организаций. Потери электроэнергии в электрических сетях должны признаваться в бухгалтерском учете сетевых организаций в качестве расходов, т.к. на них возложена обязанность возмещения потерь электроэнергии, возникающих в их сетях. В целях бухгалтерского учета группировка потерь электроэнергии производится исходя из их экономического содержания, и подразделяются на 3 основные группы:

Абсолютные потери электроэнергии – разность электроэнергии, отпущенной в электрическую сеть и полезно отпущенной потребителям.

Технические потери электроэнергии – потери, обусловленные физическими процессами передачи, распределения и трансформации электроэнергии, определяются расчетным путем.

Коммерческие потери электроэнергии – потери, определяемые как разность абсолютных и технических потерь.

Технических потерь избежать почти невозможно, т.к. это обусловлено физическими процессами, поэтому из этого можно заключить, что эффективнее решить проблему коммерческих потерь.

Зарубежные эксперты установили, что максимально допустимые общие потери электроэнергии в электрических сетях не должны превышать 10%. Превышение этой цифры было недопустимым лишь в экономически благоприятное время, чего нельзя сказать сейчас. Наблюдающийся рост потерь в последние годы (от 25-40%) можно объяснить ростом доли коммерческой составляющей, которая в среднем по энергосистеме достигает 50% и имеет тенденцию к росту. Почти половина всех коммерческих потерь обусловлена несовершенством и погрешностями систем учета электроэнергии, в том числе нарушением межповерочного интервала. Но так же имеют место быть хищения электроэнергии.

Структурная составляющая коммерческих потерь (небаланс электроэнергии сети) – это разность погрешностей отпуска в сеть, полезного отпуска и технических потерь. Эта разность должна быть минимальной (в идеальном случае должна быть равной нулю) за счет выполнения соответствующих мероприятий.

Так же в структуру входят:

1) Погрешности измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии потребителям – необходимо проводить согласованную техническую политику повышения точности измерений отпуска в сеть и полезного отпуска.

2) Коммерческие потери, обусловленные занижением полезного отпуска из-за недостатков энергосбытовой деятельности.

- Потери при выставлении счетов
- Потери от хищений электроэнергии – существует множество способов хищения электроэнергии. Это стараются отслеживать сетевые организации. В настоящее время ведется борьба с нарушителями. Одним из способов является ввод новых типов счетчиков, которые защищены от внешнего воздействия.

3) Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные наличием бесхозных потребителей. Появление жилых домов и зданий и даже посёлков, которые не числятся ни на одном из балансов местных организаций. Электроэнергию никто не оплачивает. Такое нарушение грозит авариями и отсутствием безопасности для жизни

4) Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные неодновременностью оплаты за электроэнергию бытовыми потребителями. Потребители не в состоянии одновременно снять показания и оплатить за электроэнергию. Это вносит погрешность в определение фактического полезного отпуска и расчета фактического небаланса.

5) Погрешности расчета технических потерь электроэнергии в электрических сетях. Чем точнее будут расчеты технических потерь, тем точнее будут оценки коммерческой составляющей. Для этого совершенствуют методы расчета, повышают точность исходной информации.

Несмотря на множество перечисленных факторов влияющих на точность показаний, мы видим, что пути к их решению есть и, несмотря на вредоносные факторы можно максимально снизить погрешность для уменьшения потерь.

Существует множество мероприятий по уменьшению коммерческих потерь. Их типовой перечень включен в отраслевую инструкцию [3]

Но в данном докладе хочется обратить внимание на работников «Отдела службы сбыта и учета электроэнергии» электрических сетей (контролеров), которые непосред-

ственно осуществляют контроль потребителей и производят необходимые снятия показаний и расчеты, тем самым, контролируя коммерческие потери, выясняя причины небалансов. Такой персонал должен знать постановления, распоряжения, приказы вышестоящих органов, методические, нормативные требования и другие материалы по организации передачи электроэнергии, так же непосредственно работать с потребителями. Персонал обязан не только знать, но и уметь их выполнять. Кроме того, работник должен быть заинтересован в фактическом снижении потерь.

В целях реализации задач по снижению коммерческих потерь на контролера возлагаются следующие обязанности:

- Планирование ежедневной работы, с учетом ежедневных заданий начальника отдела службы сбыта и учета электроэнергии.
- Ежедневный обход потребителей электроэнергии, подключенных к электрическим сетям общества (по плану).
- Проведение проверки электроприборов потребителей электроэнергии.
- Контроль соблюдения потребителями величин заявленной мощности.
- Контроль состояния приборов учета электроэнергии и обеспечение правильной их работы.
- Участие в проверках, в том числе (внеплановых проверках по заявкам энергосбытовой организации) состояний приборов учета потребителей по графику, согласованному с энергосбытовой организацией.
- Снятие показаний приборов учета потребителя контролер производит как у физических лиц, так и у юридических. Прибыв к потребителю, контролер производит визуальный осмотр прибора учета и проверяет его целостность (наличие пломб, отсутствие манипуляций и т.п.). Снимает показания. Вносит информацию в акт о съеме контрольных показаний прибора учета. При выявлении нарушений эксплуатации прибора учета составляет акт о безучетном/бездоговорном потреблении электроэнергии. Вносит информацию в общую базу данных по окончанию обхода.
- При отсутствии средств учета электроэнергии фиксирует в акте технической проверки средств учета электроэнергии установленную мощность потребителя, подключенную к электросетям предприятия с указанием наименования электрооборудования, его установленной мощности и режима его работы.
- Осуществляет учет и контроль соответствия разрешенной присоединенной мощности, фактически установленной у потребителей.
- Выявляет случаи безучетного/бездоговорного пользования электроэнергией.
- Выдает предписания потребителям электроэнергии с указанием сроков устранения нарушений.
- Осуществляет контроль исполнения потребителями выданных предписаний, путем проведения повторной проверки.
- Об отклонениях от установленных заданий (планов работ) по уважительным причинам информирует непосредственно начальника отдела службы сбыта и учета электроэнергии.
- При необходимости ежемесячно сверяет данные показаний приборов учета потребителей с данными абонентского отдела энергосбытовой организации.
- Производит расчет объемов недоучтенной электроэнергии по выделенному участку обслуживания, с применением средств вычислительной техники.
- Ежедневно/ежемесячно составляет отчет о проделанной работе для представления начальнику отдела службы сбыта и учета электроэнергии.

Именно эти операции помогают службе сбыта и учета электроэнергии определить, где находятся источники потерь, выявляются потребители, занимающиеся хищением и т.д.

Чтобы работать эффективнее служба сбыта должна быть заинтересована в снижении ежемесячных потерь электроэнергии, поэтому в энергосистеме должна действовать система поощрения за снижение потерь в электрических сетях. Должен быть введен механизм зависимости зарплаты работника от его активной деятельности по снижению потерь. Поощрение выявлений хищения электроэнергии дополнительным процентным вознаграждением. Но при этом руководители энергосистемы должны осуществлять контроль предприятий электросетей, добросовестной работы всех работников – контролеров, мастеров и монтеров, с целью предотвращения личных присвоений денежных средств.

Учитывая рассмотренные в докладе сведения о коммерческих потерях и методах их снижения, можно заключить, что основным стратегическим путем снижения потерь является совершенствование учета, отпущенной в электрическую сеть и полезно потребленной электроэнергии. Целесообразно разрабатывать Типовую методику выполнения измерений потерь электроэнергии в электрических сетях энергосберегающих организаций.

#### Список литературы:

1. РД 34.09.101-94. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. – М.: СПО ОРГРЭС, 1995.
2. Должностная инструкция. Контролер службы сбыта и учета электроэнергии. Утв. постановлением Минтруда РФ 12.03.1999г. №5.
3. Инструкция по расчету и анализу технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.
4. Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений. – М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.
5. Афонин А.М., Царегородцев Ю.Н., Петрова С.А., Петрова А.М. Энергосберегающие технологии в промышленности. – М.: Форум, 2011.

### **Топливо-энергетический баланс Арктической зоны Северо-Востока России**

*Захаров В.Е., младший научный сотрудник,  
Иванова А.Е., ведущий инженер,  
Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН,  
г. Якутск  
E-mail: vasss@mail.ru*

Электроснабжение Арктической зоны Северо-Востока России<sup>1</sup> осуществляется от децентрализованных дизельных электростанций и отдельных изолированных энергоузлов. Потребление электро-, теплоэнергии в основном носит коммунально-бытовой

---

<sup>1</sup> Под Арктической зоной Северо Востока России, в рамках статьи, понимается территория Чукотского АО и северных муниципальных районов Республики Саха.

характер. Промышленные потребители представлены предприятиями по добыче полезных ископаемых (золото, цветные металлы, алмазы).

В таблице 1 приведен топливно-энергетический баланс Арктической зоны Северо-Востока России за 2012г. Баланс разработан на основе отчетной информации энергоснабжающих организаций, дополнен сведениями отраслевых министерств регионов и служб государственной статистики. В балансе не отражен объем завоза и потребления моторного топлива.

В ближайшей и среднесрочной перспективе существенный рост потребления энергии не прогнозируется. Исходя из официальных прогнозов [1,2] государственная политика на территории направлена на поддержание и по возможности повышение качества жизни населения. Заметный прирост численности населения может произойти только при реализации крупных проектов по разработке месторождений цветных и редкоземельных металлов («Томтор», «Песчанка») за счет привлекаемых из других регионов специалистов.

Топливо-энергетический баланс региона сформирован исходя из транспортной доступности топливных баз, а также уровня электрических и тепловых нагрузок потребителей. Решающими показателями при выборе вида топлива в регионе выступают удаленность и труднодоступность, формирующие не только конечную стоимость и стоимость резервирования топлива, включающую затраты на формирование резервов и финансовые ресурсы доставки из резервных складов, но и затраты на доставку оборудования, материалов, аварийных и ремонтных бригад. Формировавшийся ТЭБ ясно отражает, что общеизвестный принцип «чем мельче потребитель, тем более качественным видом топлива он должен снабжаться» на арктических территориях дополняется: «чем удаленнее и труднодоступнее потребитель, тем более качественным видом топлива он должен снабжаться». По количеству удаленных труднодоступных потребителей Якутия значительно превосходит Чукотку. Так, в настоящий момент экономически оправдано снабжение дорогим жидким топливом котельных не только отдельных поселков, но и целых муниципальных районов, таких как Анабарский, Эвено-Быгантайский, Оленекский. В Чукотке на отопительные нужды жидкое топливо (дизельное) потребляется только в селах Ламутское и Чуванское. Альтернативой жидкому топливу в ряде случаев выступают дрова: сс. Ламутское и Чуванское ЧАО, села Момского и Жиганского улусов РС(Я).

Основным видом топлива, потребляемым в Арктической зоне Северо-Востока России является уголь (56%) (Рис.1.). При этом объем завозимого угля составляет лишь 20% от потребления (Рис.2.). Дизельное топливо занимает 19%.

Таблица 1

Топливо-энергетический баланс (без учета моторного топлива) Арктической зоны Северо-Востока России за 2012 г., тыс.т.ут.

<b>Добыча</b>	<b>374,38</b>
<i>уголь, всего</i>	<i>348,54</i>
зырянский	168,60
анадырский	113,46
бухты угольной	66,49
<i>природный газ</i>	<i>25,84</i>
<b>Завоз</b>	<b>316,30</b>
<b>Вывоз</b>	<b>-20,00</b>
<b>Потребление</b>	<b>658,79</b>

уголь, всего	366,43
в т.ч. джебарики-хайский	72,74
зырянский	118,56
аркагалинский	1,27
анадырский	113,46
бухты угольная	60,40
сырая нефть	81,51
талаканская	77,52
иреляхская	3,99
газоконденсат	34,51
дизельное топливо	126,27
природный газ	25,84
дрова	24,24
<b>Производство электроэнергии</b>	<b>85,63</b>
<b>Производство теплоэнергии</b>	<b>339,83</b>
Дисбаланс	11,89

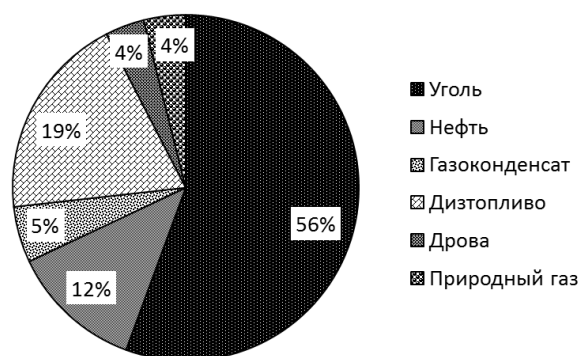


Рис. 1. Структура потребления топлива в Арктической зоне Северо-Востока России в 2012 г.

В структуре потребления угля доминируют каменные угли (69%). Бурый уголь потребляется в Анадырском районе на Эгвекинотской и Анадырской ТЭЦ, а также в котельных района. В Республике Саха (Якутия) незначительное потребление бурого угля аркагалинского месторождения имеется только в южных поселках Момского улуса (Рис.3.).

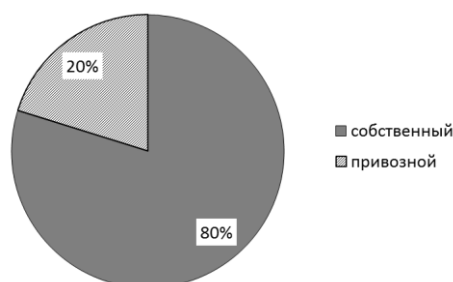


Рис. 2. Доли привозного и собственного угля в потреблении топлива в Арктической зоне Северо-Востока России в 2012 г.



Рис. 3. Доли по видам потребляемого угля в а) Арктической зоне Республики Саха (Якутия), б) Чукотском автономном округе, 2012 г.

Структура потребления топлива в северных районах Республики Саха (Якутия) и Чукотском автономном округе сильно отличаются (рис.4). Это обусловлено различной доступностью источников топливоснабжения.

Ключевым видом топлива в ТЭБ региона в долгосрочной перспективе будет оставаться уголь. При этом доля каменного угля будет возрастать.

В регионе имеются открытые месторождения углеводородов в Анадырском нефтегазовом бассейне. Анадырский бассейн тянется с запада на восток на 225 км, а с севера на юг на 200 км в Анадырском заливе. Ресурсы имеются как на суше, так и на шельфе Берингова моря. В Анадырском бассейне открыто 4 месторождения: Верхне-Телекайское (нефтегазоконденсатное), Верхне-Эчинское и Ольховое (нефтяные) и Западно-Озерное (газовое).

Западно-Озерное газовое месторождение находится в 100 км к югу от г. Анадырь, открыто в 1988 г. Общие запасы Западно-Озерного месторождения оцениваются в 6 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе по категории С<sub>1</sub> – 5,5, С<sub>2</sub> – 0,4 млрд. м<sup>3</sup>.

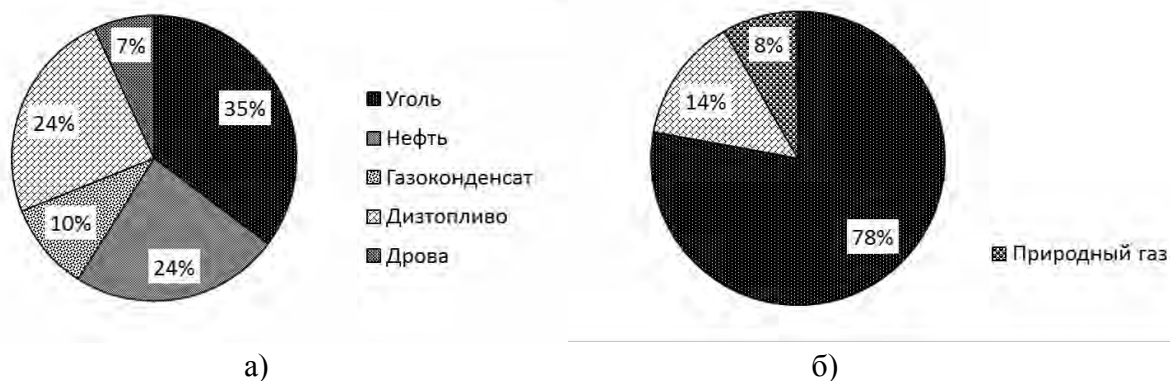


Рис. 4. Структура потребления топлива в а) Арктической зоне Республики Саха (Якутия), б) Чукотском автономном округе, 2012 г.

С 2005 г. ведется промышленное освоение месторождения Западно-Озерное, газ по газопроводу протяженностью 104,2 км подается на Анадырскую газомоторную электростанцию. В среднем добыча газа на месторождении составляет 26 млн м<sup>3</sup> в год. При этом объем промышленной добычи на месторождении может составить около 120 млн м<sup>3</sup> газа в год<sup>2</sup>. Для обеспечения устойчивой газодобычи необходимо значительно

<sup>2</sup> Департамент промышленной политики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Чукотского АО; официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского: [www.vsegei.ru](http://www.vsegei.ru)



прирастить запасы природного газа в результате доразведки уже выявленных месторождений, открытия залежей в пока еще не вскрытых интервалах и опойсковывания подготовленных структур.

В среднесрочной перспективе нефть и газоконденсат могут полностью заменить привозное дизельное топливо и часть бурого угля потребляемое в отопительных целях в Анадырском районе.

Развитие возобновляемых источников энергии на период до 2030 г. будет в основном направлено на снижение потребления дизельного топлива при выработке электроэнергии. Исходя из анализа эксплуатационного опыта ОАО «Сахаэнерго» годовая экономия дизельного топлива в локальной системе электроснабжения при внедрении солнечной генерации в благоприятных зонах составляет 10-20%. Положительного опыта применения ветроэнергетических установок в регионе практически нет. При этом потенциал ветра в прибрежных районах оценивается как высокий. Исходя из имеющегося опыта по эксплуатации солнечных электростанций в схожих природно-климатических условиях, ветрового потенциала, в средне- и долгосрочной перспективе потенциал замещения дизельного топлива источниками ВИЭ можно оценивать на уровне 30%.

Существенное изменение ТЭБ в обозримом будущем может быть вызвано выработкой парковых ресурсов основного оборудования Билибинской АЭС и угольных ТЭЦ Чукотского АО. Альтернативным топливным ресурсом при обновлении генерирующих мощностей чукотских энергоузлов может выступить сжиженный природный газ из сахалинских месторождений. Данная возможность в настоящее время пока не изучена.

С позиций оптимизации ТЭБ Арктической зоны РС(Я) направленной на сокращение удаленности и ликвидации труднодоступности требуют внимания предложения по строительству мини-ТЭЦ на угле. Принципиальным ограничением применения паросилового цикла на предлагаемых ТЭЦ является прямая зависимость КПД цикла от начальных параметров пара. Повышение параметров вызывает повышение требований к конструктивным сталям и металлоемкости конструкции. Что вызывает существенное удорожание электростанции, а также снижает маневренные возможности источника. Маневренные возможности электростанции играют существенную роль при формировании изолированной локальной энергосистемы. Тем не менее, высокая разница конечной стоимости привозного дизельного топлива и местного угля может формировать условия, при которых мини-ТЭЦ даже при низкой энергетической эффективности может быть экономически оправданным [3].

#### Список литературы:

1. «Схема территориального планирования Чукотского автономного округа», Новосибирск – 2008.
2. «Социально-экономическое развитие арктических и северных районов Республики Саха (Якутия) на 2014-2017 годы и на период до 2020 года». Утв. Пост. Прав. РС(Я) от 15.08.14 №251;
3. Перспективы развития малой теплофикации в Республике Саха (Якутия) / А.Н. Кузьмин, Е.Ю. Михеева, Н.В. Павлов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013.

## Совершенствование автономных систем электроснабжения изолированных районов Якутии с использованием гидропотенциала малых рек

*Зорин И.Н., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
Научный руководитель:  
к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭПиАПП Киушкина В.Р.*

Проблему электроснабжения маломощных потребителей можно достаточно экономично решить с помощью электростанций малой мощности, которые могут быть установлены на реках с необходимым количеством гидроресурсов. Выработка электроэнергии экономически выгодна от погружных, использующих энергию свободного потока реки гидроустановок упрощённой конструкции. Эти ГЭС удобны для небольших посёлков, геологических партий, фермерских хозяйств в качестве основного источника энергии и могут работать параллельно с дизельными электростанциями.

На огромной территории республики, площадью более 3 млн. км<sup>2</sup>, разбросано множество посёлков и сёл с населением от 200-300 до 500-800 человек. Потребность их в электроэнергии (1,5-3,0 млн. кВт·ч/год) удовлетворяется за счет небольших, в основном, изношенных дизельных электростанций. Кроме этого, имеется значительное количество маломощных производств горнодобывающего и сельскохозяйственного характера, расположенных зачастую в отдельных и труднодоступных местностях [1].



Рис. 1. Децентрализованные зоны Якутии (красный цвет)

По данным [2] средний износ ДЭС децентрализованных районов Якутии около 70%, что относится к критически низкому уровню энергетической безопасности. Это обуславливается экстремальными климатическими и техническими условиями, сложными транспортными схемами, разбросанностью и удалённостью населённых пунктов, отсутствием электрической связи между ними. Экстремальные технические условия подразумевают под собой большой диапазон установленных мощностей ДЭС, как следствие, при выходе из строя дизельной электростанции наибольшей мощности, обслуживаемой улус, ввиду высокого износа оборудования, имеющиеся установки меньшей мощности не смогут принять на себя всю имеющуюся нагрузку. Это приведёт к отключению большей части потребителей, что показывает низкую надёжность электроснабжения. Критерий по оценки обеспеченности энергией подразумевает выполнение норматива по кВт/ч на одного человека, что представлено на рисунке 2.

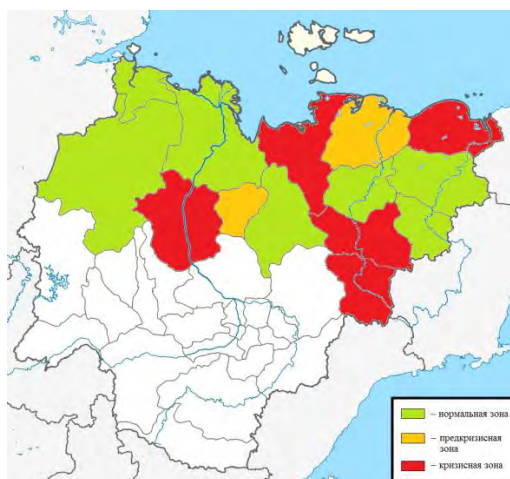


Рис. 2. Классификация районов Якутии по степени обеспеченности тепловой и электрической энергией

Гидропотенциал Республики Саха (Якутия) является крупнейшим в стране и оценивается в 72,4 ГВт, что составляет 22% от общего гидропотенциала рек России. На территории республики расположены 64 перспективных створа [3].

Минигидроэлектростанция – это самый эффективный и надёжный производитель электроэнергии, который использует неисчерпаемый источник движения потоков воды. В отличие от АЭС она безопасна, а в отличие от ветрогенераторов и солнечных генераторов – более производительна. Поэтому механизм получения энергии за счет движения воды имеет самый высокий КПД.

Одним из основных достоинств данных гидроустановок является экологическая безопасность. В процессе их сооружения и последующей эксплуатации вредных воздействий на свойства и качество воды и окружающей природы нет.

Децентрализованная зона Якутии разбита по гидропотенциалу на кластеры и графически представлена на рисунке 3.

Кластер 1 – Районы с гидропотенциалом, превышающим потребляемую мощность и благоприятными климатическими условиями для установки МГЭС на летний период. Включает в себя следующие улусы: Верхнеколымский, Жиганский, Момский, Оленёкский.

Кластер 2 – Районы с гидропотенциалом, превышающим потребляемую мощность и благоприятными климатическими условиями для установки сезонных МГЭС. Включает в себя следующие улусы: Анабарский, Булунский.

Кластер 3 – Районы с гидропотенциалом, приближенно равным потребляемой мощности и благоприятными климатическими условиями для установки сезонной МГЭС. Включает в себя следующие улусы: Абыйский, верхоянский, Среднеколымский, Оймяконский.

Кластер 4 – Северо-восточные районы Якутии с гидропотенциалом, приближенно равным потребляемой мощности небольших населённых пунктов и благоприятными климатическими условиями для установки сезонной МГЭС на летний период в северной части кластера. Включает в себя следующие улусы: Аллаиховский, Нижнеколымский, Усть-Янский.

Кластер 5 – Район, непригодный для установки МГЭС. Обусловлено недостаточным гидропотенциалом рек по сравнению с потребляемой мощностью и особенно низкими температурными показателями летнего сезона.



Рис. 3. Деление децентрализованной зоны по гидропотенциальным кластерам

Исходя из проведенного анализа целесообразнее всего разместить сезонные МГЭС в Момском и Жиганском улусах ввиду особо серьезных проблем с энергообеспечением находящихся в них населенных пунктов, но с большим гидропотенциалом рек.

На всей децентрализованной части Якутии отсутствуют крупные промышленные центры, основной деятельностью является оленеводство, рыболовство, охотничий промысел. При проектировании МГЭС важно знать, что даже для разных участков одной реки требуются свои расчёты и технические решения.

#### Список литературы:

1. Константинов А.Ф. Нетрадиционные энергоисточники Якутии. Монография. – Якутск: Издательство ЯНЦ СО РАН, 2006 г.-212 с.
2. Киушкина В.Р., Шарипова А.Р. Оценка состояния энергетической безопасности Республики Саха (Якутия) на основе индикативного анализа структурно-режимного блока // Интернет-журнал «Науковедение». 2013 №1 (14) [Электронный ресурс].-М. 2013 – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/38tvn113.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
3. Оценка гидропотенциала Якутии // SakhaNews URL: <http://www.1sn.ru/>. [Св. доступ], — Заголовок с экрана. (дата обращения 06.04.2015)

#### **Биогаз как альтернативное моторное топливо в условиях Севера**

*Кузьмина Р.С., студентка,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: [regiwok95@mail.ru](mailto:regiwok95@mail.ru)*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель каф. ЭАТиАС Кобякова Е.Н.*

На территории Якутии в данное время имеется 297 труднодоступных населенных пунктов, где проживает 742 500 чел.

Труднодоступность заключается в том, что в большинстве случаев до них наземным путем можно доехать только по зимним дорогам. Весь необходимый ресурс – продукты, товары, топливо и т.д. завозят зимой и не всегда в полном объеме. Поэтому

в период распутицы – весной и осенью – остро встает вопрос нехватки ресурсов, в том числе и топливная проблема.

Актуальной является и проблема защиты окружающей среды от токсичных компонентов в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания (ДВС), работающих на жидких топливах нефтяного происхождения.

Одним из путей решения этих проблем явилось бы внедрение биогазовой технологии утилизации сельскохозяйственных отходов. Как известно, в результате использования биогазовой технологии получается качественное удобрение и сопутствующий продукт в виде биогаза. Биогаз является горючим газом и применяется в котлах отопления, газовых плитах для приготовления пищи, двигателях внутреннего сгорания.

В сельской местности РС (Я) основным потребителем жидких топлив нефтяного происхождения является сельскохозяйственная техника. Даже частичный перевод этой техники на биогаз позволил бы снизить потребление жидких нефтяных топлив в отдалённых районах. В итоге, снижение затрат на транспортировку жидкого топлива, обеспечило бы высвобождение значительных средств, которые можно направлять на развитие отдалённых районов РС (Я). Кроме этого, биогазовая технология позволяет перейти фермерским хозяйствам на автономное бесперебойное энергообеспечение, что, несомненно, снизит себестоимость сельхозпродукции.

Таким образом, перечисленные выше особенности биогаза позволяют сделать вывод о необходимости перевода парка автомобильной техники Республики Саха (Якутия) на биогаз, что делает актуальной тему данной работы.

#### **Состав биогаза**

Биогаз – это газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы. Метановое разложение биомассы происходит под воздействием трёх видов бактерий. В цепочке питания последующие бактерии питаются продуктами жизнедеятельности предыдущих. Первый вид – бактерии гидролизные, второй – кислотообразующие, третий – метанообразующие. В производстве биогаза участвуют не только бактерии класса метаногенов, а все три вида. Одной из разновидностей биогаза является биоводород, где конечным продуктом жизнедеятельности бактерий является не метан, а водород. Его основные компоненты: метан ( $\text{CH}_4$ ) – 55-70% и углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) – 28-43%, а также в очень малых количествах другие газы.

В данной работе рассмотрена возможность применения биогазовой технологии по переработке навоза крупного рогатого скота в Республике Саха (Якутия), как региона Дальнего Востока России с низкой температурой. Соотношение зимнего и летнего периода в республике равно 7:5. В настоящее время ни на одной ферме в республике не внедрена технология переработки отходов, что наносит значительный урон окружающей среде. Республика обладает огромной территориальной площадью, в виду этого возникает проблемы дефицита энергетических мощностей, недостаточного уровня централизации электроснабжения, теплоснабжения и газоснабжения, а также транспортно-го сообщения между населёнными пунктами. В весенне-летне-осенний период в некоторые населённые пункты невозможно добраться автомобильным или водным транспортом.

В республике основная часть поголовья крупного рогатого скота приходится на крестьянские (фермерские) хозяйства и личные хозяйства населения (табл.1). А основная категория также приходится на хозяйства населения и подсобные хозяйства.

Таблица 1

## Структура поголовья скота по категориям хозяйств в РС(Я)

	КРС	Лошади	Свиньи	Птица
По РС(Я)	233,3	170,8	27,4	87,2

Для дальнейшего изучения и расчетов был взят Хангаласский район.

В таблице 2 показано количество поголовья домашних животных в Хангаласском районе.

Таблица 2

## Структура поголовья домашних животных в Хангаласском улусе

район	КРС	Лошади	Свиньи	Птицы
Хангаласский улусу	9798	12325	258	1402

**Расчет выхода биогаза**

По результатам многочисленных исследований российских и зарубежных ученых, из 1 кг навоза можно получать в среднем 0,04 м<sup>3</sup> биогаза, из навоза свиньи 0,06 м<sup>3</sup>, из птичьего помета 0,07 м<sup>3</sup> и из конского навоза 0,03 м<sup>3</sup>.

В таблице 3 приведены показатели по результатам количества выделяемых отходов и выходу биогаза из 1 килограмма данных животноводческих отходов.

Таблица 3

## Количество выделяемых отходов и выход биогаза из 1 кг

№	Вид животных	Количество выделяемых отходов в день	Выход метана из 1 кг
1	КРС	36	0,04
2	Свиньи	4	0,06
3	Птица	0,16	0,07
4	Лошади	8	0,03

Биогаз, как и альтернативный вид энергии имеет следующие эквивалентные показатели: из 1 м<sup>3</sup> биогаза получают 2 кВт электроэнергии, 0,8 м<sup>3</sup> природного газа; 0,84 л дизельного топлива; 0,74 л бензина; 1,5 кг дров (в абсолютно сухом состоянии).

При условии обеспечения всех фермерских (крестьянских) хозяйств установками по выработке биогаза, можно ежегодно получать следующие показатели выхода биогаза (табл. 4).

Таблица 4

## Количество выхода биогаза из различных видов животных по республике Саха (Якутия)

№	наименование	кол-во голов	выход отходов в день	выход отходов в год	выход биогаза из 1 кг	выход биогаза в год
1	КРС	233,3	36	8398800	0,04	335952
2	Свиньи	27,4	4	109600	0,06	6576
3	Птица	87,2	0,16	13952	0,07	976,64
4	Лошади	170,8	8	1366400	0,03	40992

Таблица 5

Количество выхода биогаза из различных видов животных по Хангаласскому району

№	наименование	кол-во голов	выход отходов в день	выход отходов в год	выход биогаза из 1 кг	выход биогаза в год
1	КРС	9798	36	352728	0,04	14109,12
2	Свиньи	258	4	1032	0,06	61,92
3	Птица	1402	0,16	224,32	0,07	15,7024
4	Лошади	12325	8	98600	0,03	2958

Таким образом, возможно, получить следующие эквивалентные показатели.

Таблица 6

Выход биогаза и его эквивалентные показатели по республике Саха (Якутия)

	наименование	кол-во голов	выход биогаза в год	эл/энергия, кВт	природный газ, м3	Диз. Топливо, л	Бензин, л	Дрова, кг
1	КРС	233,3	335952	671904	268761,6	282199,68	248604,5	503928
2	Свиньи	27,4	6576	13152	5260,8	5523,84	4866,24	9864
3	Птица	87,2	976,64	1953,28	781,312	820,3776	722,7136	1464,96
4	Лошади	170,8	40992	81984	32793,6	34433,28	30334,08	61488
	Итого	-	768993,28	307597,312	322977,178	284527,5	576744,96	384496,64

Таблица 7

Выход биогаза и его эквивалентные показатели по Хангаласскому району

	наименование	кол-во голов	выход биогаза в год	эл/энергия, кВт	природный газ, м <sup>3</sup>	Диз. топливо, л	Бензин, л	Дрова, кг
1	КРС	9798	14109	28218	11287,2	9481,248	8352,528	12528,792
2	Свиньи	258	61,9	123,8	49,52	103,992	36,6448	155,988
3	Птица	1402	15,7	31,4	12,56	26,376	9,2944	39,564
4	Лошади	12325	2958	5916	2366,4	4969,44	1751,136	7454,16
	Итого	-	17144,6	34289,2	13715,68	14581,056	10149,6	20178,504

### Экономическая часть

Поскольку наши интересы лежат в области автомобильного транспорта и затрат, связанных с ним, то экономическую часть рассчитаем по количеству получаемого автомобильного топлива из биогаза.

По данным на декабрь 2013 года наличие легковых автомобилей в личной собственности граждан РС(Я) – 210380 легковых автомобилей в Хангаласском улусе – 6411 автомобилей.

Если рассчитать, что владелец частного легкового автомобиля в день тратит примерно 7 литров бензина, то получим – 315 руб в день. Итого в год 114 975 рублей.

Таким образом, получим: 6411 легковых автомобилей \* 114 975 рублей = 737 104 725 рублей в год.

Используя биогазовую технологию, мы сможем сэкономить следующее кол-во литров бензина: 10149,6 бензина, как эквивалентного показателя биогаза \* 45 рублей = 456 732 рубля в год.

## **Перспективные системы тягового электропривода вагонов метрополитена**

*Ле Суан Хонг,  
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,  
г. Москва  
E-mail: tenbigstar1209@yahoo.com*

*Научный руководитель:  
д.т.н., профессор Тулунов В.Д.*

Электрический транспорт играет важную роль в жизнедеятельности города. Его отличие от автомобильного вида транспорта заключается в высокой экологичности, большой провозной способности, достаточно высокой скорости движения, более низкими тарифами за проезд.

Интерес к развитию электротранспорта в последнее время связан с тем, что он отчасти решает проблему автомобильных пробок, особенно в крупных городах, в частности в Москве. Развитие общественных пассажирских перевозок электротранспортом необходимо в связи с тем, что в г. Москве особенно остро стоит проблема экологии. Природные экологические факторы территории размещения города характеризуются как неблагоприятные.

При достигнутом уровне развития всех видов городского пассажирского транспорта только метрополитены в сочетании с наземными электропоездами способны решить указанные проблемы. Об этом свидетельствует опыт создания единых транспортных систем "метрополитен – наземные электропоезда". В этих системах главную роль играют метрополитены. В частности, в Москве метрополитен был открыт уже 15 мая 1935, а сегодня его доля в перевозке пассажиров среди предприятий городского пассажирского транспорта столицы превышает 56%. По сведениям официального сайта Мосметрополитена [1] «его услугами в среднем ежедневно пользуются более 7 млн. пассажиров, а в будние дни этот показатель превышает 9 млн. пассажиров. Это наивысший показатель в мире». В этом же сайте утверждается, что сегодня «по интенсивности движения, наёжности и объёмам перевозок Московский метрополитен стабильно занимает первое место в мире. Он в первой тройке метрополитенов мира практически по всем другим показателям».

Программа развития транспортной системы рассчитана на период с 2011 по 2020 год, т.е. на 10 лет. В этот период предстоит в 1,5 раза увеличить протяженность Московского метрополитена, что намечалось строительство более 160 км новых линий, т.е. планировалось ежегодного увелечения длины линий на 16 км».

Предполагалось, что с 305,6 км в 2010 длины линий в Мосметро в 2013 г увеличится до 332,6 км, а в 2020 г. – до 467 км, причём в 2013 планировалось построить 14 км путей (Таблица 1). Таким образом, темп строительства метрополитена резко возрастёт: с 6,5 км/год в начале 10-х годов 21 века до 19 км/год по реализуемой сегодня (2015 г.) программе.



Программа развития Московского метрополитена

Год	2010	2013	2020
Протяженность линий, км	305.6	332.6	467
Доля населения, не обслуживаемого метро	25%	20%	7%
Доля вагонов новых серий	15%	27%	64%

Если предположить, что энергетические показатели электропоездов метрополитена (ЭПМ) и условия их эксплуатации не изменятся - что, видимо, и будет в ближайшие годы (скорость сообщения порядка 42 км/ч, средняя длина перегона между станциями – около 1700м), то потребление электроэнергии из внешнего электроснабжения Мосметрополитеном на тягу увеличится пропорционально росту длины линий.

По известным данным в 2007 г. длина линий (обозначается буквой L) Мосметрополитена составляла около 305 км, а потребление энергии ( $A_n$ ) из внешнего электроснабжения около 1,6 млрд. кВт.ч в год. При этом «удельное» потребление электроэнергии составляло  $A_{уд} = A_n/L = 5,246$  млн. кВт.ч/км линий и в случае сохранения существующих условий эксплуатации, включая и энергетические показатели метropоездов, приращение потребления или электроэнергии у внешнего электроснабжения при росте длины линий до 467 км (плановая цифра), т.е. на 162 км, составит  $A_n = 162 \cdot A_{уд} \approx 850$  млн. кВт.ч, а общее потребление энергии в контрольном – 2020 г. достигнет 2,5 млрд. кВт.ч. Эта же цифра, естественно, получится умножением удельного потребления энергии на 1 км пути и его плановой длины ( $A_n = 467 \cdot A_{уд} \approx 2,5$  млрд. кВт.ч). При цене электроэнергии около 3 руб./кВт.ч, затраты Мосметрополитена на оплату потребляемой на тягу электроэнергии составят в 2020 г. около 7,5 млрд. руб. По известным данным можно прогнозировать, что потребление энергии одним вагоном «Метровагонмаш» (МВМ) в год составит около 2,5 млн. кВт.ч стоимостью около 7,5 млн. руб.

Основным резервом сокращения общего потребления энергии метрополитенов является улучшение энергетических показателей подвижного состава (ПС), так как около 75% энергии расходуется на тягу поездов, примерно 20-22% на собственные нужды трассы и 3-5% на ремонтную базу. Следующими по значимости являются расходы на собственные нужды трассы: освещение, отопление, санитарно-технические установки и эскалаторы. Однако потребление на собственные нужды существенно зависит от энергетических показателей ПС.. В связи с этим чрезвычайно актуальна проблема снижения удельного потребления метрополитенами электроэнергии на единицу транспортной работы.

Таким образом, улучшение энергетических показателей вагонов метрополитена (ВМ) позволяет как непосредственно сократить удельный расход энергии метрополитенами, так и уменьшить ее потребление, чему способствует снижение интенсивности вентиляции туннелей.

Одним из технических решений указанной проблемы является применение системы тягового электропривода постоянного тока (ТЭП ПТ) с автоматически регулируемым независимым возбуждения тяговых машин (АР НВ ТМ) [2] разработанной кафедрой «Электрический транспорт» (МЭИ) (рис. 1.), обеспечивающ следующие режимы работы:

- реостатным пуск вагона с перегруппировкой групп ТМ с плавным ослаблением поля после выхода на безреостатную характеристику параллельного соединения ТМ в соответствии с ограничениями тяговой области;
- электрическое рекуперативно-реостатное торможение в диапазоне скоростей от конструкционной до близкой к нулю с сохранением максимальной тормозной силы до скоростей 2-3 км/ч, рекуперативного торможения до скоростей около 20 км/ч и замещении рекуперативного торможения реостатным без потери тормозной силы в случаях срыва рекуперации или снижения скорости движения до значения, при котором нельзя обеспечить требуемую для рекуперации ЭДС ТМ.

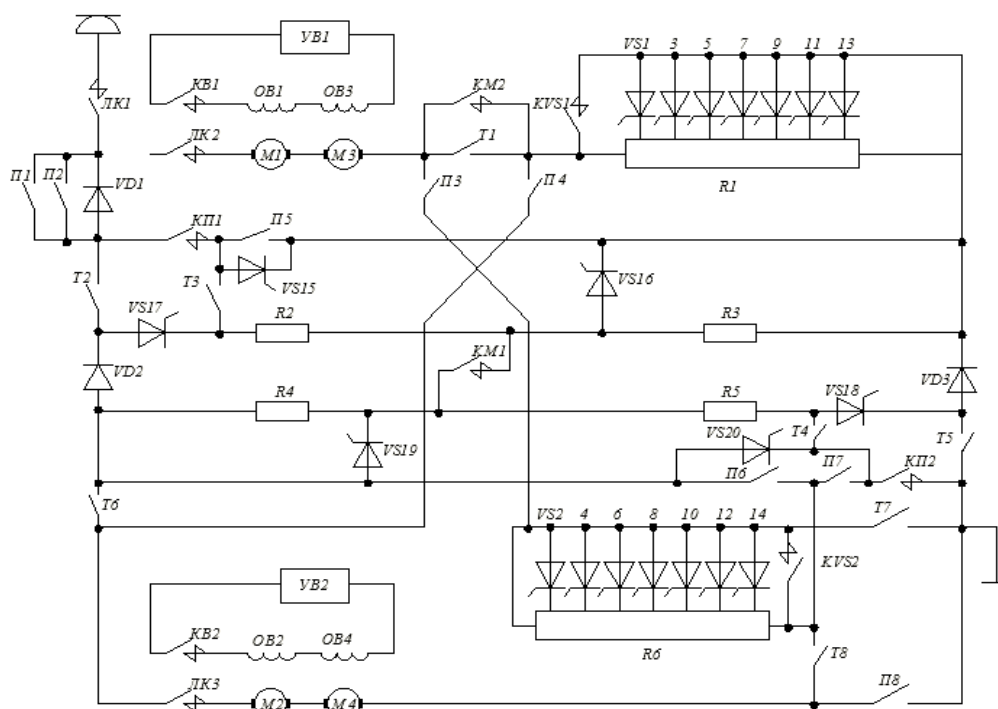


Рис. 1. Принципиальная силовая схема вагона метрополитена с НВ ТМ разработанной кафедрой «Электрический транспорт» (МЭИ)

При использовании системы с АР НВ ТМ реализуются:

- улучшение тяговых свойств в зоне ограничения динамической жесткости тяговых характеристик и регулирования силы тяги условиями сцепления и в зоне ослабления поля ТМ соответственно за счет повышения силы тяги согласно с фактически действующим ограничением при уменьшении разброса нагрузок параллельно включенных групп ТМ;
- повышение эффективности тормозного процесса за счет более плавного регулирования тормозной силы в зоне высоких скоростей движения и сохранения максимальной тормозной силы до существенно меньшей скорости движения;
- рекуперативное торможение, являющееся основным резервом повышения энергетической эффективности вагонов метрополитена, с осуществлением в этом режиме перегруппировки ТМ;
- возможность использования более эффективных энергосберегающих алгоритмов управления в пусковых режимах.

Кроме этого, показатели ТЭП ЭПМ могут быть дополнительно повышены при использовании возможных усовершенствований конструкции [3]. Это обеспечивает

снижение пусковых реостатных потерь практически вдвое и увеличивающей эффективность рекуперации. Таким образом, общие потери энергии при пуске в реальных условиях эксплуатации в Мосметрополитене уменьшаются с 8-10 до 4-5% [4].

В то же время, ЭПС с АТМ имеет и ряд недостатков, часть из которых была выявлена в испытаниях и эксплуатации во Франции электровозов с АТМ и ТМ ПТ, ещё в 70-80-е годы прошлого века в которых было получено, что электровозы с АТМ уступают локомотивам с ТМ ПТ практически по всем показателям, включая энергетику и надёжность. В частности, даже при работе в идеальных условиях с питанием АТМ симметричным и стабильным синусоидальным напряжением они по «энергетической эффективности» имели худший на 3% показатель.

Отсутствие у ЭПС с АТМ, эксплуатируемого в обычных сегодня условиях весомых преимуществ перед ЭПС с ТМ ПТ, показаны и отечественных исследованиях последних лет, в частности, в публикации ведущих специалистов ВНИИЖТ, посвящённой рассматриваемой проблеме [5], указано, что электровозы с АТМ имеют худшие «сцепные качества» по отношению к электровозам с ТМ ПТ, то-есть имеют худшие тяговые свойства, а также сделан вывод, что в условиях РЖД электровозы с АТМ «не будут энергетически эффективнее», чем электровозы с ТМ ПТ.

Вывод: Объективные данные показывают, что при реализации на ЭМП с тяговыми машинами постоянного тока (ТМ ПТ) простых и проверенных на опытных образцах технических решений по совершенствованию их ТЭП они не будут уступать поездам с АТМ ни по одному показателю. При цене ориентировочно вдвое меньшей они будут существенно эффективнее. Важнейшим их преимуществом является возможность использования полученных результатов при модернизации эксплуатируемых ЭПМ, значительная часть которых ещё не отработала расчётного срока. Поэтому использование ТЭП с ТМ ПТ перспективно.

#### Список литературы:

1. Интернет-ресурс. Официальный сайт Мосметрополитена <http://www.mosmetro.ru/about/information/>
2. Тулупов В.Д. Схема силовых цепей вагонов метрополитена с независимым возбуждением тяговых машин и тиристорным реостатным контроллером / В. Д. Тулупов, А.П. Марченков, С.И Кабанец и другие. // Тр. МЭИ 1992, выпуск 641, С. 36-45.
3. Электропривод постоянного тока. Состояние и тенденции // Докл. Научно-практического семинара. – М. : Изд. МЭИ. 2002.
4. Тулупов В.Д. Тяговый электропривод постоянного тока с наилучшими технико-экономическими показателями / В.Д. Тулупов // Сборник "Электросила", выпуск 41. Г. Санкт-Петербург, 2002. - С. 196-210.
5. Л.А. Мугинштейн, В.А. Кучумов, О.Н. Назаров. О выборе типа тягового электропривода электроподвижного состава. Железнодорожный транспорт 2005 г. , №5, с. 42-48.

## Перспективы использования водорода в двигателях внутреннего сгорания

*Петров С.В., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск*

*Научные руководители:  
ст. преподаватель Андреева Л.С.,  
канд. техн. наук, доцент Петров Н.В.*

Использование водорода в качестве альтернативного источника энергии во многих странах мира активно развивается, особенно в Японии и странах Западной Европы. При создании водородного двигателя возникают проблемы в связи с тем, что водород является очень взрывоопасным газом, он легче воздуха быстро улетучивается, тут нужен особый подход к этому газу. Целью создания водородного двигателя является снижение выбросов токсичных компонентов: таких как, сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ), углеводород ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ), оксид азота ( $\text{NO}$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$ ), оксид свинца ( $\text{PbO}$ ), альдегиды ( $\text{R}_x\text{CHO}$ ).

Все эти токсичные компоненты пагубно влияют на наше здоровье, особенно в крупных городах и индустриально развитых районах. Необходимо отметить, что в настоящее время основным источником загрязнения воздуха являются бензиновые двигатели. Тем не менее, снижение токсичности дизелей также является актуальной задачей, учитывая наметившуюся тенденцию дизельных двигателей. Состав отработавших газов (ОГ) этих двух типов двигателей существенно различается, прежде всего, по концентрации продуктов неполного сгорания (оксид углерода, углеводороды, сажа), а для карбюраторных двигателей примерно в 7 раз, а альдегидов в 3 раза больше дизеля.

Особенно опасным среди токсичных компонентов является: оксид азота ( $\text{NO}$ ) – самый токсичный газ из ОГ, при взаимодействии в атмосфере он окисляется  $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ .  $\text{NO}$  раздражающе действует на слизистые оболочки глаз, носа, остается в легких в виде азотной и азотистых кислот, получаемых в результате их взаимодействия с влагой верхних дыхательных путей, также оксид азота способствует разрушению озонового слоя. Сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) – бесцветный, с острым запахом газ. Раздражающее действие на верхние дыхательные пути объясняется поглощением  $\text{SO}_2$  влажной поверхностью слизистых оболочек и образованием в них кислот. Этот газ вызывает раздражение глаз, кашель, нарушает белковый обмен и ферментативные процессы.  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$  также очень опасны для растительности.

Оксид свинца ( $\text{PbO}$ ) выбрасывается с ОГ в виде аэрозолей в соединении с бромом, фосфором, хромом. Аэрозоли, попадая в организм при дыхании, через кожу и с пищей, вызывают отравление, приводящее к нарушениям функции органов пищеварения, нервно-мышечных систем, мозга. Свинец плохо выводится из организма и может накапливаться в нем до опасных концентраций.

Альдегиды ( $\text{R}_x\text{CHO}$ ) образуются при сжигании топлива при низких температурах, при обедненной смеси, из-за окисления тонкого слоя масла в стенке цилиндра.

С каждым годом в г. Якутске наблюдается прирост населения, связи с этим увеличивается численность автомобилей, особенно опасный сезон – холодное время: месяца Декабрь, Январь, Февраль, увеличивается ДТП со смертельным исходом, это происходит из-за перепада температуры, видимость на дорогах резко падает, днём темпе-

ратура воздуха  $-35^{\circ}\text{C}$  до  $-42^{\circ}\text{C}$  ночью  $-45^{\circ}\text{C}$  до  $-52^{\circ}\text{C}$  градусов. Необходимо отметить, что все токсичные компоненты остаются на улице в виде тумана.

Производство водорода получается электролизом воды, путем электрохимической реакции, источником являются электролиты солей NaCl: проводят электрический ток в растворах и расплавах. Этот процесс называется Диссоциация (от лат dissociation – разъединение), распад сложных химических соединений на составляющие компоненты. Электролиты при растворении в воде распадаются на ионы – положительные и отрицательные.

При сгорании водорода выходит водяной пар, это могло бы снизить выбросы токсичных компонентов.

Нами, таким образом, был проведен эксперимент получения водорода путем электрохимической реакции на самодельном генераторе водорода. В ходе эксперимента получены результаты, показывающие, что получение водорода имеет практическую ценность для проектных и инженерно – технических разработок, позволяющих ожидать экономию топлива.

#### Список литературы:

1. Техническая эксплуатация автомобилей, автор: под ред. Е.С. Кузнецов. 3-е издание 1991 год.
2. [www.vodorod-na-avto.com/art\\_own\\_hands.html](http://www.vodorod-na-avto.com/art_own_hands.html)

### **Исследование возможности построения альтернативных установок для электро-снабжения малых потребителей Якутии (на примере Хангаласского улуса)**

*Рахлеева Л.А., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
Научный руководитель:  
к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭПиАПП Киушкина В.Р.*

Жизненно важной характеристикой энергетики в экстремальных природно – климатических условиях Якутии является надежность работы всех звеньев системы топливо – и энергообеспечения. От этого зависит не только эффективность функционирования отраслей народного хозяйства, но и здоровье и жизнь людей, которые в случае прекращения энергоснабжения, оказываются один на один с суровой природой без главной системы жизнеобеспечения.

Цель: изучить исследование возможности построения автономного электротехнического комплекса электроснабжения для малых потребителей на базе НВИЭ (на примере районов Якутии).

Задачи:

- 1) Обеспечить устойчивое, соответствующее современным, принятым в аналогичных климатических условиях уровням, тепло- и электроснабжение населения и производства в зонах децентрализованного электроснабжения.
- 2) Обеспечить гарантированный минимум энергоснабжения населения и производства.
- 3) Снижение вредных выбросов от энергетических установок в отдельных городах и населенных пунктах со сложной экологической обстановкой.

Внедрение технологий возобновляемой энергетики, при разумном использовании, может оказать заметную помощь в энергообеспечении районов со слабой топливной базой, плохими транспортными условиями и слабым развитием электрических сетей.

Преимущества:

- использование возобновляемой энергии;
- очень дешевая электроэнергия;
- работа не сопровождается вредными выбросами в атмосферу;
- быстрый (относительно ТЭЦ/ТЭС) выход на режим выдачи рабочей мощности после включения станции.

Недостатки:

- затопление пахотных земель;
- строительство ведется только там, где есть большие запасы энергии воды;
- горные реки опасны из-за высокой сейсмичности районов [5].

Для энергоснабжения отдаленных населенных пунктов лаборатория гидроэнергетики рекомендует строительство 20 малых ГЭС.

Строительство малых ГЭС перспективно на реках, не замерзающих зимой или замерзающих на очень короткий период. Такие реки находятся только в южных районах Якутии (бассейн Олекмы, некоторые притоки реки Лена) – централизованной зоне республики. Использование гидроэнергетических ресурсов других рек может носить только сезонный характер малой длительности.

В данном проекте примером района Якутии берется Хангаласский улус с. Синск.

Село Синск расположено в устье реки Синей – притоке Лены, в 185 км юго-западнее г. Якутска, население 924 человек.

Синяя – река в Якутии, левый приток Лены. Длина 597 км, площадь бассейна 30900 км<sup>2</sup>. Берёт начало и течёт по Приленскому плато, по территории трёх районов республики – Верхневилуйского, Горного и Хангаласского. В низовьях памятник природы - «Синские столбы».

Средний годовой расход воды в устье 40,6 м<sup>3</sup>/с, средняя выработка энергии 6,0 кВт·ч, установленная мощность 3,0 кВт [5].

Для исследования малые потребители децентрализованных зон классифицированы на группы, в которые входят населенные пункты с численностью населения в среднем до 10, 25, 50, 100 человек и получен расчетный уровень электропотребления при средней потребности 0,12 кВт/чел (таблица 1).

Для данного проекта берется двухэтажный дом 12 квартир, 20 жителей.

Таблица 1

Расчетное сезонное электропотребление

Электропотребление, кВт·ч				
сутки		месяц		год
зима	лето	зима	лето	
2 группа – от 11 до 25 человек				
13,2 - 30	5,28 - 12	396 - 900	158,4 - 360	4181,4 - 9276

Характеристика существующего электроснабжения некоторых малых поселков республики.

Население 20 человек, минимум потребляемой нагрузки 9 кВт, максимум потребляемой нагрузки 12 кВт, установленная мощность ДЭС в данном населенном пунк-

те 92 кВт, удельное электропотребление 0,5 кВт/чел, - коэффициент неравномерности нагрузки  $K_n=0,8$ ;

- коэффициент использования максимума нагрузки  $K_{и}=0,9$ ;
- коэффициент использования установленной мощности 0,1 [4].

Классификация неравномерной нагрузки очень равномерная и плотная.

Стоимость электроэнергии, вырабатываемой ДЭС, составляет 5 – 7,5 руб. за 1 кВт·ч. Мощность микро ГЭС не превышает 100 кВт. Такой мощности будет достаточно для обеспечения электроэнергией частного дома или небольшого поселения. Множества микро ГЭС расположены в развивающихся странах, т.к. позволяют получить экономичный источник энергии без обязанности платить за топливо.

Системы с микро ГЭС состоят из основных компонентов:

- Подводящие канал или трубопровод, напорный трубопровод;
- Турбина или водяное колесо - преобразует энергию текущей воды в энергию вращения;
- Генератор - преобразует энергию вращения в электрическую;
- Регулятор - управляет генератором;
- Электромонтажный блок подводит электроэнергию к потребителю.

Расход воды зависит от поперечного сечения водотока и скорости воды, в месте измерения поперечного сечения водотока, и определяется по формуле:

$$Q = f \cdot h \cdot b \cdot v = 0,6 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 5 = 120 \text{ л/с} \quad (1)$$

где  $Q$  – расход воды, л/с;  $f$  – коэффициент потока;  $h$  – глубина потока, дециметров;  $b$  – ширина потока, дециметров;  $v$  – скорость потока, дециметров в секунду.

Коэффициент потока  $f = 0,5 \dots 0,8$ . Меньшее значение  $f$  характеризует поток с шероховатыми берегами, каменистым дном, малой глубиной и большой шириной русла. Если принять: коэффициент потока  $f$  равным 0,6; глубину воды  $h$  – 0,4 м (4 дм); ширину потока  $b$  – 1,0 м (10 дм); скорость потока  $v$  – 0,5 м/с (5 дм в секунду).

Мощность микро ГЭС рассчитали и получили 60 кВт (2)

Теперь рассчитаем цену 1 кВт·ч выработанной энергии (3) при условии, что микро ГЭС будем использовать с мая по октябрь, то есть 183 дней в году, а в остальное время пользоваться ДЭС, так как зимний период река замерзает [1].

$$Q_{\text{ГЭС}} = \frac{\Gamma + R \cdot t}{E_{\text{потр}} \cdot 183 \cdot 24 \cdot t} = \frac{124000 + 10333 \cdot 12}{7,2 \cdot 183 \cdot 24 \cdot 12} = 0,65 \text{ руб} \quad (3)$$

где  $\Gamma$  – цена микро ГЭС, руб;

$R$  – стоимость обслуживания в год, руб/год;

$t$  – срок службы микро ГЭС по гарантии, год;

$E_{\text{потр}}$  – энергия используемая за период работы микро ГЭС, кВт·ч.

Рассчитаем экономию за год (4):

$$\Delta = \left[ 365 \cdot Q_{\text{ДЭС}} - \left( (365 - 183) \cdot Q_{\text{ДЭС}} + 183 \cdot Q_{\text{ГЭС}} \right) \right] \cdot 24 \cdot E_{\text{потр}}, \text{ руб.} \quad (4)$$

$$\Delta = \left[ 365 \cdot 7,5 - \left( (365 - 183) \cdot 7,5 + 183 \cdot 0,65 \right) \right] \cdot 24 \cdot 7,2 = 297926 \text{ руб.}$$

Так как рассчитывали жилой дом на 12 квартиры, то для одной квартиры экономия составит 24827 рубля в год.

Микро ГЭС может быть установлена и запущена в короткие сроки. Как и другие возобновляемые источники энергии, работа микро ГЭС не зависит от цен на нефть, уголь и другое топливо. Микро ГЭС, обычно, оказывает минимальное негативное воздействие на окружающую среду и не вызывает таких социальных проблем, как большая

энергетика. Микро ГЭС не требует продолжительного строительства дорогостоящих линий электропередачи [2].

Данный проект является одной из первых попыток комплексного решения задачи выбора рациональной мощности гидроэлектростанций с учетом характеристик потенциала конкретного района территории Якутии.

Всесторонний анализ составляющих структуры электроэнергетики Якутии, представляющий децентрализованную зону показал, что особенности функционирования децентрализованного энергетического хозяйства республики характеризуются негативными факторами, влияющими на надежность электроснабжения потребителей; низкими техническими показателями и экономическими характеристиками энергоисточников; энергоэффективностью исследуемой системы для малых рассредоточенных потребителей при существовании централизованной.

На основе полученных исследований показана экономическая эффективность гидроэнергетических установок в децентрализованной зоне Якутии.

#### Список литературы:

1. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учебное пособие/Л.М. Четошникова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2010. – 69 с.
2. Липкин В. И., Богомбаев Э. С. Л 61 Микрогидроэлектростанции: Пособие по применению. – Б. – 30 с., 2007
3. [Электронный ресурс]  
URL: <http://forum.guns.ru/forummisc/reply/151/603352.cgi>
4. В.Р. Киушкина. Методические указания к выполнению проекта «Исследование возможности построения автономного электротехнического комплекса электроснабжения для малых потребителей на базе НВИЭ (на примере районов Якутии)» Нерюнгри 2006 г.
5. Википедия [Электронный ресурс]  
URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

#### **Особенности индикативной оценки состояния децентрализованных зон электроснабжения северных регионов**

*Суфлян Д.А., Жирохова Н.А., студенты,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*Научный руководитель:  
к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭПиАПП Киушкина В.Р.*

Благополучие и стабильное развитие страны, зависит от ряда показателей внешней и внутренней готовности обеспечить своих граждан, комфортными условиями проживания.

Энергетическая безопасность – составляющая экономической безопасности, которая определяется как состояние защищенности страны (региона), граждан, общества, государства и экономики от угрозы дефицита в обеспечении потребностей в энергии экономически доступными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР) приемлемого качества в нормальных условиях и чрезвычайных обстоятельствах, угрозы нарушения стабильности топливно-энергоснабжения. Целью энергобезопасности является не только



обеспечение экономически обоснованного спроса потребителями и удовлетворение социальных потребностей, но и улучшение энергетического сектора к техногенным и природным угрозам.

Для оценки энергетической безопасности существует, метод индикативной оценки состояния электроснабжения регионов. Развитие энергетики Российской Федерации и её регионов сталкивается с рядом различного рода препятствий. Один из путей решения существующих проблем — кластеризация энергетики страны. На данный момент в России всё чаще появляется термин – кластер - совокупность однотипных объектов. Энергетический кластер – это система горизонтально связанных промышленных, научных, социально-культурных и образовательных предприятий и организаций. Наряду с централизованными районами к которым применима политика кластеризации, на территории Российской Федерации имеются децентрализованные районы, к которым необходимо применить индикативную оценку состояния электроснабжения с учетом неравномерности их заселения, труднодоступностью проживания, зависимости от климатических условий проживания, транспортных проблем.

Республика Саха (Якутия) так же относится к данным территориям, так как часть её районов являются децентрализованными и охватывают главным образом северную часть республики – это исторический факт сложившийся при освоении данных территорий. На территории республики проживают коренные малочисленные народы Севера, жизненный уклад которых значительно отличается от нашего. Традиционный образ жизни таких народов – способ выживания и существования, сложившийся на опыте предков в области природопользования, на самобытных культуре и обычаях, религиозных верованиях. Традиционные занятия коренных жителей – оленеводство, рыболовство, охотничий промысел. Проблема этих районов в том, что они удалены от центров снабжения, со сложными условиями доставки грузов, и особенно острыми становятся проблемы энергетической безопасности. Подавляющее техническое состояние большей части оборудования малой энергетики, выполняющей основные функции энергоснабжения, подвержено износу, и не всегда имеет должное техническое обслуживание. По своей сути коренные малочисленные народы консервативны, для них важно сохранить в неизменном виде сложившиеся социокультурные устои жизни и основная задача энергетики в данном случае это улучшение качества жизни с сохранением традиционного уклада.

Существует методики оценки ЭНБ централизованных зон электроснабжения, в основе которых, лежит анализ и диагностика, составленные на основании индикативных показателей, отражающих степень действия угроз безопасности блоков, отражающих различные аспекты деятельности систем энергетики. Действительное состояние систем энергетики по энергетической безопасности определяется с помощью расчета показателей объектов ЭНБ, разделенных на классы. На формирование значений показателя влияют различные факторы (технические, экономические и др.) Цель классификации в оценке надежности и живучести систем энергетики, основанной на вычислении и сопоставлении значений индикативных показателей, позволяющих количественно оценить степень опасности, сигнализировать о грозящей опасности и осуществить комплекс программно-целевых мероприятий по повышению надежности топливо- и энергоснабжения территорий.

Энергетическая безопасность Республики Саха (Якутия) по показателям блока, находится на критической стадии кризиса, этому способствует брешь в исследовании децентрализованной энергетики. Учитывать лишь показатели по централизованным

территориям, не считаясь с децентрализованными, по меньшей мере игнорирование самой сути термина энергетической безопасности.

Главной поставленной задачей в нашем исследовании является изучение децентрализованного электроснабжения и выявления присущих ему индикаторов для оценки безопасности, которое в дальнейшем окажет влияние на общую адекватную оценку энергобезопасности республики и страны в целом.

Наличие большого количества рассредоточенных потребителей, электроснабжение которых может осуществляться только от автономных источников энергии, и проблемы в существующей децентрализованной системе энергообеспечения требует решения актуальных вопросов развития и оптимизации электроснабжения изолированных потребителей. Таким образом, оптимизация систем энергообеспечения децентрализованных районов, с повышенными требованиями к надежности работы источников энергии и транспорта, является весьма актуальной задачей. Очевидным путем повышения энергоэффективности таких зон является максимальное использование альтернативных и местных энергоресурсов, реализация которого невозможна без комплексного анализа различных вариантов развития энергетики с оценкой их технико-экономической эффективности.

### **Разработка конструкции ЛЭП с повышенной пропускной способностью**

*Тимофеева А-М.В., аспирант,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: mariya\_timo@mail.ru*

*Научный руководитель:  
д-р техн. наук, профессор Бурянина Н.С.*

Известно, что в последние годы многие регионы и города России сталкиваются с проблемой ограниченной пропускной способности ЛЭП. Развитие промышленности, транспорта и других отраслей народного хозяйства требует непрерывного роста производства электроэнергии и совершенствования ее передачи и распределения. Непрерывно совершенствуются конструкции и оборудование ВЛ, повышаются их надежность и экономичность. Проблема повышения передаваемой мощности существующих и проектируемых линий электропередачи относится к числу главных задач электроэнергетики. Поэтому вопросы, связанные с созданием линий электропередачи с повышенной пропускной способностью, являются актуальными и на данном этапе развития электрических систем.

Наиболее простым способом повышения пропускной способности линий электропередачи является увеличение их числа цепей или создание параллельных линий. Этот способ требует дополнительных затрат и, как следствие, не улучшает технико-экономические показатели электропередачи. Ту же мощность можно передавать по линии при меньшем числе цепей, но в этом случае необходимо иметь на линии продольную или поперечную компенсацию, что тоже ведет к дополнительным затратам.

Цель данного исследования заключается в:

- а) разработке конструкции воздушных линий электропередач 220 кВ с повышенной пропускной способностью;
- б) исследовании параметров воздушных линий новой конструкции.

Повышение номинального напряжения с целью повышения пропускной способности линий электропередачи связано с дополнительными затратами, необходимыми на изоляцию опоры и электрооборудование подстанций. По условиям экологии окружающей среды не всегда возможно осуществить перевод воздушной линии электропередачи на более высокое напряжение.

Совместное применение последовательной конденсаторной и параллельной индуктивной компенсации на воздушных линиях электропередачи является еще более эффективным способом повышения пропускной способности. Но для дальних электропередач требует дополнительных сложных установок и надежной эксплуатации и обслуживания их.

За рубежом широкое применение нашли компактные ВЛ с уменьшенными расстояниями между фазами (компактные линии) на напряжение 110-500 кВ. ВЛ нового поколения (компактные ВЛ и управляемые самокомпенсирующиеся ВЛ) в сочетании с устройствами FACTS по сравнению с ВЛ традиционной конструкции позволяют снизить суммарные потери электроэнергии в энергосистеме, повысить эффективность использования устройств регулирования реактивной мощности. Такие линии целенаправленно управляются в зависимости от режима передачи электроэнергии и являются кибернетическим устройством, требующим для своей нормальной работы специального оборудования. Это ведет к определенным трудностям при строительстве и эксплуатации линии из-за необходимости специальных кадров, обладающих навыками монтажа, настройки и эксплуатации сложных кибернетических устройств.

Недавние попытки разработать провода, сочетающие в себе высокую механическую прочность и малый вес без снижения пропускной способности, привлекли интерес различных компаний. Созданы высокотехнологичные провода с усиленным сердечником из сталеникелевого сплава INVAR, получившие название ZTACIR/AS, по сравнению с обычными проводами имеют передаваемую мощность в 2,5-3 раза выше при той же конструкции опор. Однако, стоимость таких проводов на сегодняшний день в 5 раз превышает стоимость обычного провода.

Для решения рассмотренной проблемы предложена новая конструкция линии. Фаза состоит из двух проводов. Верхний провод подвешен обычным способом со стрелой провеса, а нижний закреплен к верхнему и фиксирует горизонтальное положение фазы. Такая подвеска исключает пляски проводов, в результате фазы на линии сближены до двух метров. Соответственно уменьшается индуктивное сопротивление фазы и увеличивается емкостная проводимость. Для закрепления нижней группы установлена дополнительная траверса. Стойки опоры сближены до двух метров с целью сближения фаз. Опоры выполняются из дерева, это в свою очередь удешевляет сметную стоимость линии. Такие опоры можно установить через каждые четыре промежуточных пролета традиционных линий электропередачи, что тоже удешевляет стоимость проекта. При этом пропускная способность будет больше, чем у линий традиционного исполнения.

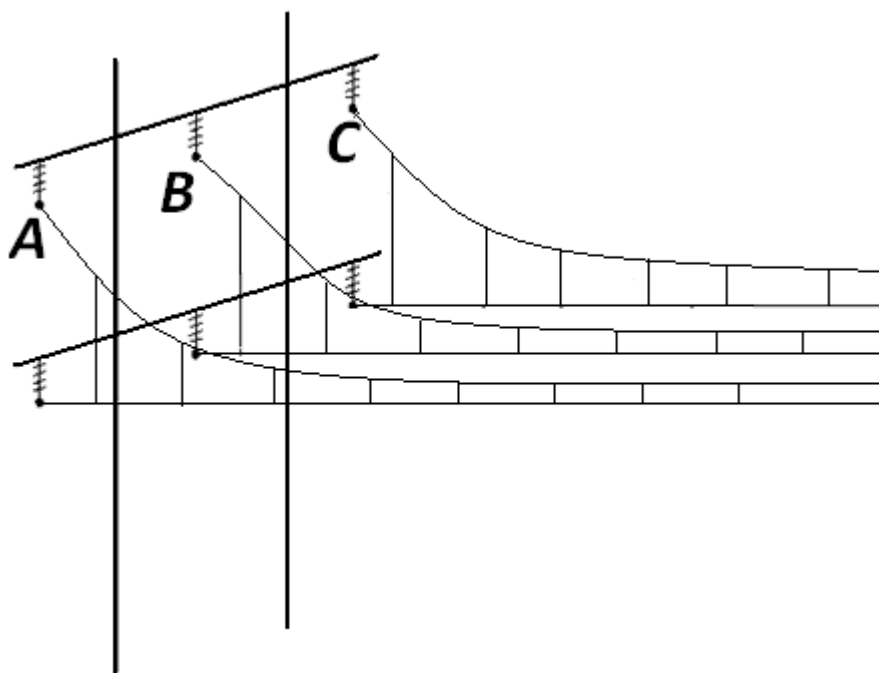


Рис. 1. Конструкция линии с повышенной пропускной способностью

Рассмотрены два варианта строительства ВЛ-220 кВ: традиционные двухцепные линии и одноцепные линии новой конструкции.

При технико-экономическом сопоставлении вариантов определено, что минимум затрат приходится на вариант проекта ВЛ-220 кВ на деревянных опорах со сближенными фазами. Если взять за 1,0 приведенные затраты на строительство ВЛ по первому варианту, то снижение затрат по второму варианту составляет 18 %.

При разработке линии с повышенной пропускной способностью минимизированы неблагоприятные воздействия на окружающую среду. А именно, расстояние между фазами уменьшена до 2 м. За счет этого ширина просеки уменьшается в 2 раза. В традиционных двухцепных ВЛ-220 кВ она составляет 50 метров. Таким образом, в плане экологического воздействия, новую конструкцию линий электропередач можно считать оптимальным.

Таблица 1

Технические параметры ВЛ 220 кВ

Тип ВЛ	Двухцепные ВЛ-220 кВ традиционного исполнения	Одноцепные ВЛ-220кВ новой конструкции
Марка провода	АС-300/66	АС-240/32 А-240 (подвеска)
$x_0$ , Ом/км	0,43	0,17
$b_0 \cdot 10(-6)$ , См/км	2,6	6,71
Волновое сопротивление, Ом	158,29	145,12
Натуральная мощность, МВт	240	300,87

Разработана новая конструкция воздушных линий электропередач напряжением 220 кВ, позволяющих передавать по ним мощность, превышающую мощность анало-

гичных традиционных линий электропередач. Произведен механический расчет проводов и расчет электрических параметров.

Предлагаемая конструкция линии электропередачи является компромиссным решением проблемы повышения пропускной способности высоковольтных линий. С одной стороны, она дешевле двухцепной примерно на 20%, что позволяет рассматривать ее экономические показатели в сравнении с аналогичными показателями двухцепной линии, с другой стороны, обладая надежностью двухцепной электропередачи и даже выше, имеет потери мощности примерно в два раза меньшие, чем двухцепные. При этом для ее осуществления не требуется разработка нового оборудования.

#### Список литературы:

1. Александров Г.Н. Передача электрической энергии. – 2-е изд. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 412 с.
2. Афонская Г.П. Расчет промежуточной П-образной деревянной опоры воздушной линии электропередачи. Методические указания к выполнению курсовой работы. – Я.: Якутский государственный университет, 2006. -37с.
3. Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ. -2-е издание. – М.: Эксмо, 2013. —752 с.
4. Булатов А.С. Экономика: Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономистъ, 2004. – 896 с.
5. Евдокимов Ф.Е. Теоретические основы электротехники: Учебн. для средн. спец. учеб. заведений - Москва: Высш. школа, 2001. - 495с.
6. Крюков К.П., Новгородцев Б.П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергия, Ленингр. отд-ние 1979 – 312 с.
7. Пospelов Г.Е., Федин В.Т. Электрические системы и сети. Проектирование. Учеб. Пособие для вузов. - 2-е изд.- М.: Высш. Шк., 1988.-308 с.
8. Правила устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 2000- 640 с.
9. Савицкая Г.В. Экономический анализ. Учебник. - М.: Новое знание, 2003 – 640 с.

#### **Исследование возможности построения автономного электротехнического комплекса электроснабжения для малых потребителей на базе НВИЭ (на примере п. Кобяй)**

*Уваров А.О., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*Научный руководитель:  
к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭПиАПП Киушкина В.Р.*

Якутия является типичным примером энергоснабжения удаленных потребителей.

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в качестве альтернативы традиционным источникам энергии стало приоритетным направлением энергетической политики экономически развитых стран мира [1].

Кобяй (якут. Кэбээйи) — сельский населённый пункт, центр Кобяйского наслега Кобяйского улуса. Расположен на берегу оз. Малыыда, в 61 км к юго-западу от улусного центра п. Сангар и в 238 км к северу-западу от г. Якутска.

Средняя стоимость 1 кВт·ч в п. Кобяй составляет около 19 рублей ( $Q_{\text{ДЭС}} = 19 \text{ руб}$ ) [3], так как поселок питается ГДЭС. При том, что поставки топлива могут быть задержаны и поселок находится на значительном удалении от поставщиков топлива и главных транспортных узлов, а также наблюдается постоянный рост цен на все виды ископаемых ресурсов. Топливо доставляется на грузовых автомобилях, что еще больше увеличивает его цену.

На рисунке 1 представлен суточный график потребления жилого дома с 4 квартирами, среднее потребление в сутки которого равно 1,796 кВт·ч. То есть, чтобы полностью обеспечить дом электроэнергией, необходимо, чтобы солнечная электростанция вырабатывала не менее 1,8 кВт·ч.

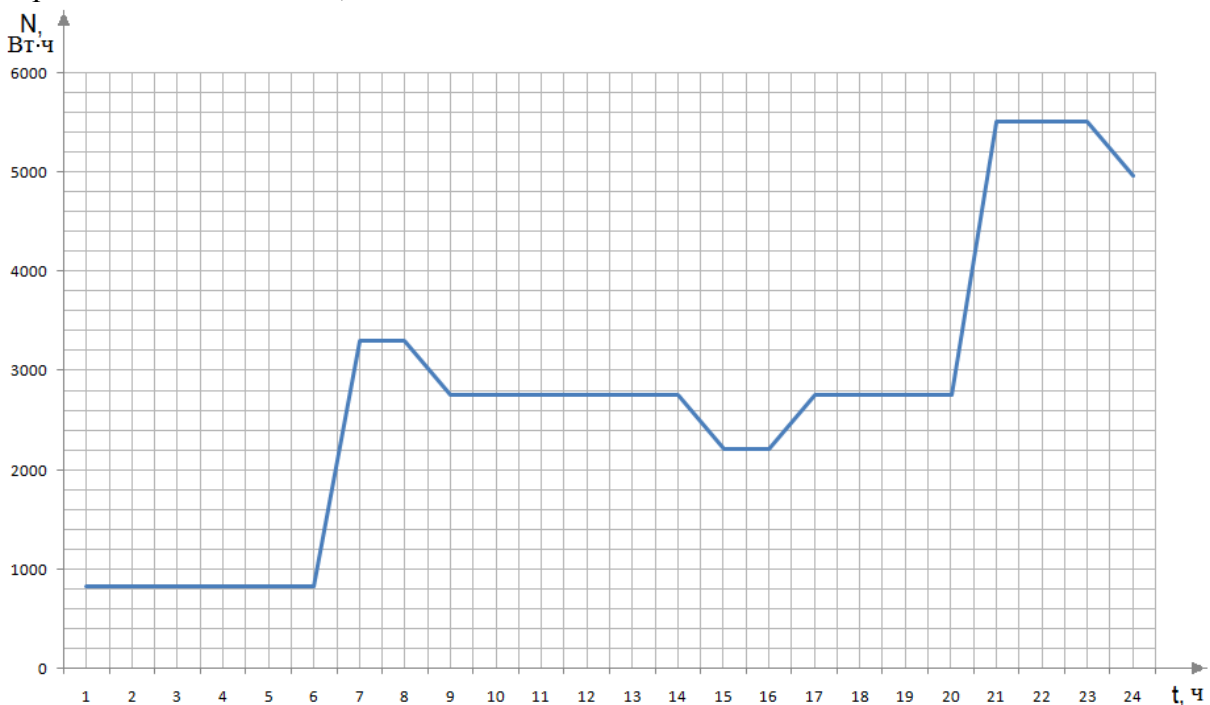


Рис. 1. График электропотребления жилого дома

Рассчитаем выработку системы солнечных панелей номинальной мощностью  $N_{\text{НОМ}} = 2 \text{ кВт}$  по формуле (1) [6]:

$$E = \frac{I \cdot N_{\text{НОМ}} \cdot k}{P_{\text{исп}}}, \quad (1)$$

где  $I$  – инсоляция, кВт·ч/м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент потерь, который обусловлен потерями при передаче энергии и снижением пропускной способности поверхности солнечной панели из-за загрязнения ( $k \approx 0,7$ );

$P_{\text{исп}}$  – инсоляция, при которой испытываются солнечные батареи (1000 Вт/ м<sup>2</sup>).

Проведенные расчеты показали полное покрытие объемов электропотребления.

Теперь рассчитаем цену 1 кВт·ч выработанной энергии (2) при условии, что солнечную батарею мы будем использовать с марта по сентябрь, то есть 214 дней в году, а в остальное время пользоваться ГДЭС, так как снег и большой угол наклона солнца к горизонту не позволят вырабатывать номинальную расчетную мощность.

$$Q_{\text{СЭ}} = \frac{C + R \cdot t}{E_{\text{потр.сут}} \cdot 214 \cdot 24 \cdot t}, \quad (2)$$

где  $C$  – цена солнечной электростанции, руб;

$R$  – стоимость обслуживания в год, руб/год;

$t$  – срок службы солнечной электростанции по гарантии, год;

$E_{\text{потр}}$  – энергия используемая за период работы солнечной электростанции, кВт·ч.

$$Q_{\text{СЭ}} = \frac{398000 + 40000 \cdot 15}{1,8 \cdot 214 \cdot 24 \cdot 15} = 7,19 \text{ руб}$$

Рассчитаем экономию за год (3):

$$D = [365 \cdot Q_{\text{ДЭС}} - ((365 - 214) \cdot Q_{\text{ДЭС}} + 214 \cdot Q_{\text{СЭ}})] \cdot 24 \cdot E_{\text{потр.сут}} \quad (3)$$

$$D = [365 \cdot 1,8 \cdot 19 - ((365 - 214) \cdot 19 + 214 \cdot 7,19) \cdot 1,8] \cdot 24 = 109176 \text{ руб}$$

Так как мы рассчитывали жилой дом на 4 квартиры, то для одной квартиры экономия составит 27294 рубля в год.

Солнечные батареи не имеют вредных выбросов во время работы, но так как мы используем их 214 дней в году а остальное время пользуемся ГДЭС, у нас полностью отсутствуют выбросы только в этот период. Для увеличения экологического эффекта можно сэкономленные деньги направить усовершенствование системы очистки выбросов ДЭС.

#### Список литературы:

1. Научная библиотека [Электронный ресурс] URL: <http://www.dissercat.com/content/elektrosnabzhenie-detsentralizovannykh-potrebiteleitomskoi-oblasti-s-ispolzovaniem-voznobnov#ixzz3TDSvrcBA>
2. Википедия [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кобяй>
3. Сайт САХАЭНЕРГО [Электронный ресурс] URL: [http://sakhaenergo.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=19](http://sakhaenergo.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=19)
4. NASA Surface meteorology and Solar Energy [Электронный ресурс] URL: [https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=307154&lat=63.578&hgt=100&submit=&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid\\_id&p=swvdowncook&p=swv\\_dwn&p=daylight&p=ret\\_tlt0&step=2&lon=126.531](https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=307154&lat=63.578&hgt=100&submit=&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=swvdowncook&p=swv_dwn&p=daylight&p=ret_tlt0&step=2&lon=126.531)
5. Surface meteorology and Solar Energy [Электронный ресурс] URL: [https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=307154&lat=63.578&submit=&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid\\_id&p=wspd10arpt&step=2&lon=126.531](https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=307154&lat=63.578&submit=&hgt=100&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=wspd10arpt&step=2&lon=126.531)
6. Сайт Perpetuum [Электронный ресурс] URL: [http://khd2.narod.ru/gratis/solbat.htm#POSSIBLE\\_TABLE](http://khd2.narod.ru/gratis/solbat.htm#POSSIBLE_TABLE)

## Возможность эксплуатации биоэнергетических установок в условиях Якутии

*Шацева А.А., аспирант,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: malaia88y.if@mail.ru*

*Научный руководитель:  
к.т.н., доцент, зав. каф. ЭПиАПП Куушкина В.Р.*

Одним из наиболее емких источников возобновляемой энергии является биомасса, которая широко используется для получения электроэнергии, тепла и транспортного топлива (этанол). Сегодня биогазовые технологии позволяют наиболее рационально и эффективно конвертировать энергию химических связей органических отходов в энергию газообразного топлива и высокоэффективных органических удобрений собственного производства.

В сложившихся условиях недостаточного обеспечения Республики Саха (Якутия) собственными топливно-энергетическими ресурсами, как один из наиболее доступных, экономических и перспективных источников возобновляемой энергии, особенно для сельского населения, выступает энергия биомассы.

На рис.1 представлены результаты оценки экономического потенциала различных категорий отходов республики [7].



Рис. 1. Диаграмма распределения отходов РС (Я). Экономический ресурс

Из диаграммы видно, что наиболее перспективным является использование биомассы отходов агропромышленного комплекса (отходы животноводства и птицеводства) и органических отходов населенных пунктов (твердые бытовые отходы). Теоретический выход биогаза из данных биомасс представлен в табл.1 [1, 6]. Поскольку, потребители, занимающиеся сельскохозяйственной деятельностью преимущественно расположены на территории децентрализованной энергетической зоны, вырабатываемый биогаз можно применить для обогрева помещений, приготовления пищи, запаривания кормов и прочих нужд энергопотребителей.



Выход биогаза (м<sup>3</sup>) из одной тонны отходов

Биоматериал, одна тонна	Биогаз, м <sup>3</sup>
Навоз коровий	38-52
Навоз свиной	52-88
Помет птичий	47-94
Твердые бытовые отходы	до 100

Территориальные особенности Республики Саха (Якутия), которые характеризуются экстремальными климатическими условиями, бездорожьем, отсутствием инфраструктуры децентрализованных зон, предъявляют чрезвычайные требования к надежности, ресурсу, ремонтпригодности и условиям работы оборудования, в том числе и биоэнергетических установок.

Затраты тепловой и электрической энергии на собственные нужды составляют от 5 до 15% всей энергии, которую дает биогазовая установка (биоферментатор). Как правило, для подогрева перерабатываемой массы используют тепло, которое выделяется при ее разложении в биоферментаторе. При понижении температуры в ферментаторе снижается интенсивность газовыделения, так как микробиологические процессы в органической массе замедляются. В связи с этим в районах северной полосы часть получаемого газа необходимо расходовать в холодные периоды года на дополнительный подогрев сбраживаемой массы, что усложняет конструкцию биогазовых установок и увеличивает себестоимость метана, получаемого из биогаза. Поэтому в условиях низких температур окружающей среды надежная теплоизоляция биогазовой установки - одно из наиболее важных условий ее нормальной работы. Тепловая изоляция должна стабильно поддерживать температурный режим сбраживания и поддаваться быстрой замене при выходе из строя. В качестве теплоизоляции применяются стекловолно, стекловата, ячеистый пластик.

Нагрев субстрата может производиться двумя способами: подогрев паром; соединение органики с горячей водой или подогрев с помощью теплообменника, в котором циркулирует горячая вода (без смешивания с органическим материалом) (рис.2).



Рис. 2. Система подогрева биомассы [3]

Серьезный недостаток подогрева паром (прямого подогрева) заключается в потребности включения в биогазовую установку системы парогенерации, включающую в себя систему очистки воды от присутствующей в ней соли. Парогенерационная уста-

новка выгодна только для действительно больших установок, перерабатывающих большие объемы субстрата.

Теплообменники, размещенные внутри или снаружи биореакторной установки, производят непрямой подогрев органики внутри реактора. Наилучшим вариантом будет ввод теплообменника внутрь реактора, однако образующий его материал должен быть достаточно прочным и успешно выдерживать напор органики при ее промешивании. Теплообменник большей площади лучше и однороднее обогреет органику, улучшая тем самым ферментационный процесс. Внешний обогрев, при его меньшей эффективности из-за теплопотери стенок, привлекателен тем, что ничто внутри биореактора не помешает движению субстрата.

Оптимальная температура в теплообменнике должна быть порядка 60 °С, сами теплообменники выполняются в виде радиаторных секций, змеевиков, параллельно сваренных труб. Поддержание температуры теплоносителя на уровне 60 °С снизит угрозу налипания на стенки теплообменника частиц взвесей, скопление которых существенно снизит теплопередачу. Оптимальное место размещения теплообменника — вблизи промешивающей лопасти, в этом случае угроза осаждения частиц органики на его поверхности минимальна.

Отопительный трубопровод биореактора выполняется и оснащается аналогично обычной системе отопления, т.е. должны соблюдаться условия возврата охлажденной воды в наиболее низкую точку системы, требуются вентили спуска воздуха в ее верхних точках. Контроль температуры органической массы внутри биореактора выполняется термометром, которым следует оснастить реактор.

Для подогрева реактора также может быть использована вода от охлаждения теплоэлектрогенератора. В зимний период биогазовой установке требуется до 70% вторичного тепла, отведенного от теплоэлектрогенератора, в летний - около 10%.

Для обеспечения необходимого режима ферментации рекомендуется введение теплой воды в массу органики, т.е. смешивать закладываемый в ферментатор навоз с горячей водой (желательно 35-40 °С).

Учитывая вышеприведенные варианты по решению проблем эксплуатации биоэнергетического оборудования в условиях крайне низких температур, можно сделать вывод о возможности размещения биогазовых станций в северной климатической зоне, в том числе и на территории Республики Саха (Якутия). Главным фактором размещения при этом будет достаточное количество сырья при полной независимости от наличия объектов традиционной энергетики и инженерных сетей, что является существенным преимуществом для потребителей зон локальной энергетики республики.

Успешный мировой опыт стран циркумполярного Севера по эксплуатации установок на базе ВИЭ в условиях сурового климата на примере Финляндии, Канады и Дании, также подтверждает перспективность направления перевода локальных энергопотребителей на использование биоэнергии.

Финляндия, являясь самой холодной страной Европы, имеет уникальный опыт в использовании возобновляемого топлива. Суровый финский климат во многом схож с погодными условиями северной территории России. Практически вся генерация на основе ВИЭ (без ГЭС) Финляндии приходится на биомассу (15,8% общей генерации электроэнергии) [5].

В Канаде установленная мощность электростанций, вырабатывающих электроэнергию из биомассы в 2009 году, составляла 1,7 ГВт, из которых приблизительно 10% приходилось на установки по утилизации свалочного газа и муниципальные заводы по переработке твердых отходов [4].

Объем генерации электроэнергии в Дании с использованием биомассы за последние 5 лет вырос на 24,2% [2]. Теплоснабжения этой страны построено на работе огромного количества теплостанций, которые производят тепло с применением разнообразного топлива: мусорные отходы, природный газ и уголь, древесная щепа и солома.

В настоящее время основной задачей является освоение накопленного опыта проектирования, монтажа и эксплуатации, а также отработка инновационных механизмов финансирования проектов использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Для адаптации к северным условиям и сертификации оборудования, а также для обучения эксплуатационного персонала целесообразно организовывать испытательные полигоны на базе действующих установок альтернативной энергетики.

Выполнение этих задач позволит в ближайшие годы увеличить долю выработки тепло- и электроэнергии на базе ВИЭ и сократить завоз дизельного топлива в столь отдаленные северные территории, тем самым уменьшив себестоимость производимой энергии на сооружаемых ВИЭ по сравнению с существующими ДЭС и котельными.

#### Список литературы:

1. Баадер В., Доне Е., Бренидерфер М. Биогаз: теория и практика: Пер. с нем. М.: Колос, 1982.

2. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. URL: <http://gisee.ru/news/top/44378/> (дата обращения: 10.01.2014г.)

3. Простейшая биогазовая установка своими руками для отопления дома URL: [http://elektrogenerator.net/Biogenerator/otoplenie\\_doma.html](http://elektrogenerator.net/Biogenerator/otoplenie_doma.html) (дата обращения 01.04.2014г.)

4. Российское энергетическое агентство. ТЭК Канады URL: <http://rosenergo.gov.ru/upload/Canada.pdf> (дата обращения 11.01.2014г.)

5. Российское энергетическое агентство. ТЭК Финляндии. URL: <http://rosenergo.gov.ru/upload/Finland.pdf> (дата обращения 11.01.2014г.)

6. Систер В.Г. монография с соавторами «Твердые бытовые отходы», Москва, 2001, 319 стр., Издатель АКХ

7. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива /показатели по территориям/ - М.: «ИАЦ Энергия», 2007 – 272 с.

## Секция 2. Строительство, строительные материалы

### Технология возведения зданий и сооружений с использованием оцинкованных спиральных канатов

*Беляева Я.С., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: yaroslava.belyaeva@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

Ни одно современное строительство не обходится без применения стальных канатов.

На сегодняшний день канат — совмещение достоинств арматуры и проволоки высокой прочности. Сырьем для канатов служит специальная проволока, которая может быть "светлой" (не покрытой), либо оцинкованной. В зависимости от того, какая проволока применялась, канат тоже может быть оцинкованным или "светлым".

Если сечение проволоки фигурное, то канат называется замкнутым. Но чаще используется проволока с круглым сечением.

В зависимости от конструкции, среди канатов выделяют спиральные (скручен в виде проволочного пучка), тросовые, кабелем или свивком. Наиболее прочным является спиральный (однослойный или многослойный).

Прочность каната зависит от прочности проволок, из которых он сделан. Волокнистые канаты производятся из синтетических и растительных материалов. Их характеризуют показатели суммарной прочности проволок и агрегатной каната.

Гибкость стального каната зависит от количества проволок в нём. Менее гибкие канаты состоят из 42 проволок, более гибкие — из 72 проволок, самые лучшие свиты из 144 тонких проволок по 24 в каждой пряди.

Также существуют комбинированные канаты, в которых одновременно используются и волокна, и проволока. Именно они занимают лидирующие позиции на рынке. Ведь именно они обладают не только высокой прочностью, но и другим важным свойством — растяжимостью. [1;1.1]

Конструктивно стальные канаты подразделяются на однопрядные (содержащие одну прядь), и многопрядные (трехпрядные, пятипрядные, восьмипрядные, восемнадцатипрядные, закрытой конструкции с двумя слоями клиновидной проволоки). Пряди стальных канатов свивают из проволоки одинакового сечения, нормальной структуры или из проволоки разного сечения, причем верхний слой свивают из проволоки большего диаметра т.к. на поверхностный слой каната приходится максимальная нагрузка.

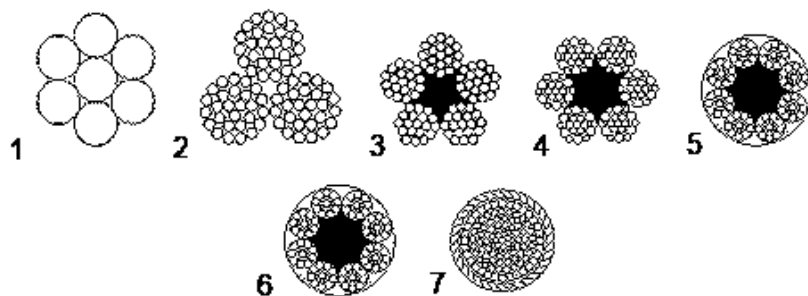


Рис. 1. Конструктивный вид стальных канатов

1 – однопрядные канаты, 2 – трехпрядные канаты, 3 – пятипрядные канаты, 4 – шестипрядные канаты, 5 - восьмипрядные канаты, 6 – восемнадцатипрядные канаты, 7 – канаты закрытой конструкции из двухслойной клиновидной проволоки. [1;1.2]

Стадион Уэмбли является одной из самых современных и впечатляющих спортивных арен планеты. Арка «Уэмбли» – не только достопримечательность, но и важная конструкционная особенность сооружения. Это опора для всей северной части крыши и для 60% южной, а также элемент раздвижного механизма крыши. [2]

Крыша стадиона находится на высоте 52 метров над уровнем футбольного поля и поддерживается аркой, которая находится на высоте 133 метров над уровнем внешнего вестибюля. Длина арки составляет 315 метров, что делает её самой длинной однопролётной конструкцией крыши в мире. [3, Крыша] Необычная арка установлена под углом  $68^\circ$  к горизонту. [2]

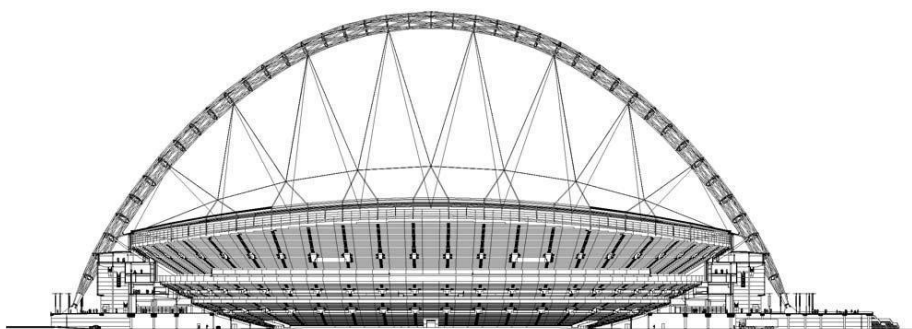
Под аркой стадиона Уэмбли находится крыша площадью 44500м<sup>2</sup>. На стадионе 90000тыс. мест, каждое место должно было быть просторное, комфортное, укрытым и с отличным вид на футбольное поле. Это означало, что колонны для поддержания крыши не должны были попадать в поле зрения. Решением стало возведение огромной арки, которая будет поддерживать крышу сверху. Ведущий архитектор Норманн Фостер решил построить самую большую однопролётную конструкцию в мире. Высота Уэмбли достигает 133м, арка диаметром 7,4м. Нужна была поддержка не только крыши, весом 7000тонн, но и арки, весом 1750тонн, которая свободно возвышается над стадионом. Так же стояла задача, чтобы арка не прогнулась под весом крыши, в основу лег принцип велосипедного колеса. Сам принцип заключается в том, что спицы на колесе растягивают, а не стягивают, благодаря этому, равномерно растянутые спицы постоянно удерживают форму колеса и делают его крепче. При ударе все спицы реагируют одновременно и сохраняют форму, а материалы способные выдерживать растяжение, могут быть легкими как проволока. Арку можно представить как огромное колесо, а тросы поддерживающие крышу – спицами. Этой конструкции арка обязана инженеру Алестору Ленчеру. Тросы тянут крышу вверх к арке, но эти же тросы удерживают форму арки, не дают ей прогибаться. Вес самой крыши растягивает тросы и делает арку устойчивее. бкм троса не дают арке рухнуть вниз.

В конструкции крыши использованы тросы диаметром до 145 мм, причём трос самого большого диаметра имеет разрывную нагрузку более 2,000 тонн (оцинкованные спиральные канаты в сборе с анкерами). [4]



Wembley Stadium | Section West

Рис. 2. Стадион «Уэмбли» [6]



Wembley Stadium | Section North

Рис. 3. Стадион «Уэмбли» [6]

Вдохновившись большим стадионом «Уэмбли» и его аркой, я хотела бы отметить подобное строительство в Якутии. Большая проблема строительства подобных больших и смелых сооружений является высокая сейсмическая активность и мерзлые грунты. Но как известно уже есть проект автомобильно-железнодорожного моста (с размещением двух однополосных автопоездов на консолях (левая, правая) на одном уровне с железнодорожным в центре), который был задуман длиной 2870 м. 86 см., а спроектирован еще в 1988-1989 годах (Рисунок 4). Глядя на проект, видно, что мост основывается на конструкции со стальными тросами, что и я хотела бы видеть чаще в Нерюнгринском районе. А на примере стадиона и моста в будущем спроектировать более смелые и надежные сооружения. [5]



Рис. 4. Проект моста через Лену

#### Список литературы:

1. Грозотрос.рф Информационный проект компании ТРАНСМЕТ: [Электронный ресурс] 2011–2015 ТРАНСМЕТ <http://xn--c1aiubaidjg.xn--p1ai/>;

1.1. Ссылка на web-страницу: Канат. Канаты стальные. [Электронный ресурс] URL: <http://xn--c1aiubaidjg.xn--p1ai/kanat-ord/>;

1.2. Ссылка на web-страницу: Характеристики стальных канатов. Конструкции стальных канатов. [Электронный ресурс] URL: <http://xn--c1aiubaidjg.xn--p1ai/haraktiristiki-stalnih-kanatov/>.

2. Сборник информационных материалов о строительстве. Новинки домостроения.ru: [Электронный ресурс] <http://www.novdomostr.ru/>; Ссылка на web-страницу: Стадион «Уэмбли». Часть 4. [Электронный ресурс] URL: [http://www.novdomostr.ru/view\\_article\\_novdomostr.php?id\\_=131&lng\\_=ru](http://www.novdomostr.ru/view_article_novdomostr.php?id_=131&lng_=ru).

3. Википедия. Свободная энциклопедия: [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/>; Уэмбли (стадион). [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%8D%D0%BC%D0%B1%D0%BB%D0%B8\\_\(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BD\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%8D%D0%BC%D0%B1%D0%BB%D0%B8_(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BD)).

4. Брайдон: [Электронный ресурс] <http://www.bridon.com/russia/index.php>; Ссылка на web-страницу: Стадион «Уэмбли». [Электронный ресурс] URL: <http://www.bridon.com/russia/site/projects/wembleystadium.php>.

5. «Дебри-ДВ»: [Электронный ресурс] Дебри-ДВ, 20.04.2006 – 2015 <http://debri-dv.com/> Ссылка на web-страницу: Проект строительства моста через реку Лена отправлен пылиться на полку. [Электронный ресурс] URL: <http://debri-dv.com/article/2994>.

6. Архи.ру: [Электронный ресурс] с 20 июля 1999 г. <http://www.archi.ru/> Ссылка на web-страницу: Стадион "Уэмбли"/ Wembley Stadium. [Электронный ресурс] URL: <http://archi.ru/projects/world/5748/stadion-uembli>.

## Особенности водоснабжения города Якутска

*Бондарев Р.П., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*E-mail: Ruslantoffer@gmail.com*

*Платонов М.П., студент, 1 курс, ПВ  
Дальневосточный государственный аграрный университет,  
г. Благовещенск*

*E-mail: Ruslantoffer@gmail.com*

*Юст Н.А., к.с-х.н., доцент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*E-mail: yustnatal@mail.ru*

*Шелковкина Н.С., к.с-х.н., доцент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*E-mail: shns@mail.ru*

Якутск – это крупнейший город на северо-востоке России, третий по численности населения на Дальнем Востоке. [1]

Водоснабжение это водоподготовка, транспортировка и подача питьевой или технической воды абонентам с использованием централизованных или нецентрализованных систем холодного водоснабжения (холодное водоснабжение) или приготовление, транспортировка и подача горячей воды абонентам с использованием централизованных или нецентрализованных систем горячего водоснабжения (горячее водоснабжение) [2].

Проблема снабжения г. Якутска хозяйственной питьевой водой стоит чрезвычайно остро, так как целый сезон в течение года ее качество не соответствует питьевому, а расход и давление в сети не всегда отвечают потребностям населения и требованиям пожарной безопасности. В городскую систему водоснабжения подается вода с действующего водозабора и насосной станции, которые обеспечивают основные потребности Якутска по объему, но не всегда – по необходимому (СанПиН 2.1.41047-01) качеству. [3]

Для решения проблемы подачи в город достаточного количества воды нормативного качества разрабатывается проект и готовится к строительству новая станция подготовки хозяйственно-питьевой воды с планируемой производительностью 100 тыс. м<sup>3</sup> сут. (в среднем 4,2 тыс. м<sup>3</sup>/г, без учета расхода на собственные нужды).

В настоящее время на р. Лена действует подрусловой водозабор, из которого вода после хлорирования поступает в накопительные резервуары. Насосами станции II-го подъема в город подается до 90 тыс. м<sup>3</sup> воды в сутки. В соответствии с градацией по ГОСТу 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» весенне-летний период р. Лены как водоисточника относится к третьему классу. В период с декабря по апрель водоисточник относится к первому классу.

В связи с этим практически половину года необходимо использовать усиленную обработку воды с применением дополнительных методов очистки, а в остальной период – традиционную. Обеспечение населения доброкачественной водой, отвечающей требованиям СанПин «Вода питьевая», в настоящее время является актуальной про-



блемой города Якутска. Состояние водоснабжения столицы является на сегодня сдерживающим фактором в развитии жилищного и социально-бытового строительства. Население города – 266,5 тыс. человек (включая пригороды), что составляет 30% населения республики. Данный факт придает проблеме республиканское значение. Водозабор города Якутска построен в 1972 году с проектной мощностью 35 тыс. м<sup>3</sup>/сут. После реконструкции подрусловой части, завершившейся в 1968 году, производительность достигла 60 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Потребность города в питьевой воде в настоящее время составляет 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. [3]

Уже несколько десятилетий весь город твердит администрации, что все жители очень сильно рискуют. Воду из-под крана в Якутске пить нельзя, ее обязательно надо кипятить. Не смотря на все меры предосторожности больных туберкулезом в городе все равно больше в два раза, чем по стране. Можно конечно не перестраивать станцию водозабора, не очищать стоки, а вместо этого использовать подмерзлотные воды, но и они в Якутске очень низкого качества. [4]

В настоящий момент на территории города размещены 57 водозаборов. Большинство из них не используется, поскольку вода очень низкого качества. Подземные воды чрезмерно богаты фтором, натрием и литием и не соответствуют СанПину по питьевой воде. Кроме того в Лене присутствует чрезмерная концентрация нефтепродуктов, особенно в районе речного порта.

Большой вред качеству водных ресурсов, населению и хозяйствующим объектам наносят катастрофические весенние наводнения. При затоплении береговых нефтебаз, площадок складирования минеральных и химических удобрений, цементных материалов, свалок и т.д. происходит существенное загрязнение речных вод. В последние годы на реках республики наблюдались катастрофические весенние паводки.

Решением проблемы улучшения качества питьевой воды может является строительство очистных сооружений либо использование подземных вод, как например в системе водоснабжения города Благовещенска, где запасы ресурсов подземных вод достаточны для обеспечения хозяйственно-питьевых и производственно-технических потребностей населения Амурской области, однако, при организации питьевого водоснабжения, на основе использования подземных вод, требуется реализация специальных мероприятий [5, стр. 64]

Таким образом, так как город Якутск находится в зоне вечной мерзлоты, несомненный интерес вызывают особенности и проблемы водоснабжения его территории. Особенно в перспективе строительства новых жилых застроек, микрорайонов.

#### Список литературы:

1. <http://nesiditsa.ru/city/yakutsk>
2. 1.Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. N 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении"
3. <http://vodokanal.yal.ru/plain.php?rid=16>
4. <http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-23987/>
5. Использование ресурсов подземных вод Амурской области сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: ДальГАУ, 2014. – Вып.4. – С. 61-64

## Применение новых строительных материалов при строительстве сельскохозяйственных объектов

*Гармаев Б.А., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*Научный руководитель:  
к.т.н., доцент Сокольникова Л.Г.*

Состояние сельского хозяйства в настоящее время, в связи с санкциями, требует большого внимания со стороны правительства, так как речь идет о продовольственной сохранности страны. Реализация государственного проекта связана с колоссальным объемом строительных работ, так как существующая на сегодня инфраструктура села в основной собственной массе находится в очень в неудовлетворительном состоянии.

Так, например, в сельских районах Якутии до сих пор часто применяют органическое сырье для строительства коровников («балбах»).

Классические способы серьезного строительства не позволяют решить данную проблему в ограниченные сроки. Во-первых они трудозатратны, во-вторых, на то, чтобы с нуля построить сотни сельскохозяйственных объектов уйдут годы. Кроме того таких материалов, как кирпич или железобетонные конструкции, в масштабах страны требуются столько, что их производство не способны профинансировать ни бюджет, ни какие программы кредитования. Наконец, срок окупаемости таких сооружений будет столь велик, что о прибыли в ближайшие годы можно забыть.



Выход из ситуации – это использование современных полимерных материалов. Основной используемый материал – сотовый поликарбонат (листовой). Сотовый поликарбонат (СПК) является высококачественным синтетическим полимером. Благодаря свойствам гибкости и стабильности его относят к пластическим материалам инженерного типа с высокой термоизоляцией. Поликарбонат называется «сотовым» из-за его внутренней структуры. Листы бывают двух, трех, четырех слоеными, и соединены между собой выпуклыми перемычками-ребрами, направленными во всю длину листа.

Высокую теплоизоляцию обеспечивает воздух, находящейся между слоями. Большую прочность весовой нагрузки обеспечивает ребрами жесткости.

Основные преимущества при использовании сотового поликарбоната:

- прочность, поликарбонатные листы в восемь раз прочнее акриловых панелей и в десятки раз прочнее стекла;
- огнеупорность – сотовые поликарбонатные панели обладают свойством замедленного возгорания и отсутствия эмиссии ядовитых газов. У панелей очень низкая воспламеняемость, в сравнении с панелями из стекловолокна или акрила;
- высокая изоляция по сравнению с обычным стеклом, сотовые поликарбонатные листы уменьшают на 50% затраты на обогревание помещений;
- хорошая светопрозрачность – в случае если необходима высокая светопрозрачность (теплицы), то сотовый поликарбонат идеально для этого подходит;
- удобная установка – листы поликарбоната очень удобно устанавливаются при помощи различных инструментов. Листы легко сгибаются для образования выпуклости, при этом гибкость сохраняется в холодном состоянии;
- легкость – вес сотовых листов в три раза меньше, чем акрил такой же толщины, и в шесть раз меньше чем вес стекла.

Все это позволяет широко использовать поликарбонат при строительстве молочных и животноводческих ферм, поскольку свойства данного материала обеспечивают достаточную освещенность помещения и необходимый микроклимат, что соответствует современным технологиям животноводства. При этом следует учесть, что использование сотового поликарбоната зеленого цвета повышают показатели прироста веса и увеличения надоев.



## **Использование каменных материалы для облицовки зданий в городе Нерюнгри Республики Саха (Якутия)**

*Гринюк Е.А., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Сокольникова Л.Г.*

Облицовка дома нужна не только для того, чтобы дом выглядел эстетично, но и для его защиты от разрушения: негативного воздействия внешних условий, механических повреждений и пр. В последние годы для облицовки домов в г. Нерюнгри все больше применяют современные облицовочные материала. Примером может послужить сайдинг. Наибольшую популярность приобрела облицовка фасадов изготовленного из винила. Но этот материал полимер, у полимеров очень большой коэффициент теплового расширения, поэтому облицовка будет в постоянном движении, то сжатии, то растяжении. Следовательно, панели категорически не рекомендуется жестко крепить. Второе – виниловый сайдинг, горючий материал. Использование металлического сайдинга, тоже не желательно, во-первых – это тяжелый материал, что повышает нагрузку на здание и фундамент, во-вторых – при повреждении материал уже не восстанавливается. Кроме этого металлические панели дорогие. Все эти материалы приходится завозить из-за приделов республики, что тоже повышает их стоимость.

С древних времен, камень – материал номер один, для строительства и отделки домов. Камень экологически чистый материал и при воздействии на него высоких температур, не выделяет, не каких вредных веществ. Это лучший материал для создания климатического комфорта. Летом фасад из натурального камня сохраняет в доме прохладу, а зимой хорошо держит тепло. Но к большому сожалению каменная облицовка очень мало используется в Нерюнгри.

В настоящее время в южной Якутии открыто и различной степени изучено 39 месторождений стройматериалов, в том числе строительный, облицовочный и бутовый камни, карбонатное сырье, для строительной извести и сырье для минерало-ватного производства, керамзитовая цементная и кирпичная сырье, пески и песчаные гравийные смеси. Перспективно представляется крупное месторождение цветных архейских мраморов – Марийка в Южной Якутии. Для этих мраморов характерна широкая палитра расцветок от нежно розовых и кремовых до зеленовато серых.



Очень большое месторождение доломита (плитка дикий камень). Применяется в качестве декоративного камня для отделки помещения, применение камня дикого облицовки как снаружи, так и внутри позволяет получить красивый и неповторимый дизайн. Облицовочный камень доломит может применяться для отделки интерьера комнат, фасадов, ландшафтного дизайна, а также отделки бассейнов. Стены здания, облицованные природным камнем, станут не только привлекательными внешне, но и получат дополнительную тепло и звукоизоляцию, такой фасад прослужит много лет, не требуя ухода, ремонта или подкраски. Облицовка старых домов камнем доломитов, дает ему вторую жизнь. Кроме этого доломит обладает лечебным свойством, оказывает тонизирующее действие на весь организм человека. Особенно благоприятно он влияет на нервную систему, успокаивает, избавляет от фобий, маний, бессонницы и беспричинного беспокойства. Дома города Нерюнгри особенно старые постройки можно облагородить доломитом, привлекая местную сырьевую базу.

#### **Получение асфальтовяжущего с улучшенными физико-механическими характеристиками**

*Двораковский Г.В., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: dvorakovskiy92@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Копылов В.Е.*

Основным компонентом асфальтобетонных смесей для дорожного строительства является БНД - битум нефтяной дорожный. Основная роль - связывание составных

компонентов: щебня, минерального порошка и песка в единое целое, с сохранением нужной пластичности и прочности, одновременно. Что особенно важно при устройстве дорожных асфальтовых покрытий. Дорожный битум обладает определёнными характеристиками, изменяющимися в зависимости от температуры окружающей среды. Производство и применение современных битумных материалов является одним из важнейших аспектов развития современной дорожной отрасли, требующих комплексного подхода.

Добиться улучшения физико-механических свойств органических вяжущих можно путем добавления модификаторов. Это различные добавки в базовый битум, их очень много, начиная от элементарных минеральных наполнителей (мел, тальк, мраморная крошка) и заканчивая высокотехнологичными графт полимерами.

Требования к этим добавкам:

1. Увеличить рабочий температурный интервал вяжущего;
2. Сохранить растяжимость вяжущего;
3. Сохранить технологичность использования готовых КОВ (комплексные органические вяжущие) (как у базовых битумов).

4. Минимизировать удорожание КОВ, а именно достичь максимального соотношения функционал/стоимость. [1]

В качестве модификаторов, широкое использование получили высокодисперсные наполнители. Для улучшения физико-механических характеристик вяжущего в рамках данной работы используется природный цеолит Кемпендяйского месторождения Республики Саха (Якутия).

Установлено, что для усиления структурной активности наполнителя к связующему материалу возможно применение механической активации. Наполнители подвергали активации в течении 3 минут в планетарной мельнице АГО-2 разработки ИХТТМ СО РАН (г. Новосибирск) [2].

Активированный и диспергированный цеолит добавлялся в начальную структуру вяжущего БНД 90/130, после чего были получены данные.



Рис. 1. Зависимость значения пенетрации битума от концентрации цеолита

ПН-20Б-прибор для определения пенетрации битумов, за единицу пенетрации принята глубина проникания иглы на 0,1 мм. [7]

По полученным данным мы видим, что для диспергированного цеолита оптимальной концентрацией является 10% масс., а для активированного - 15% масс.(рис. 1).

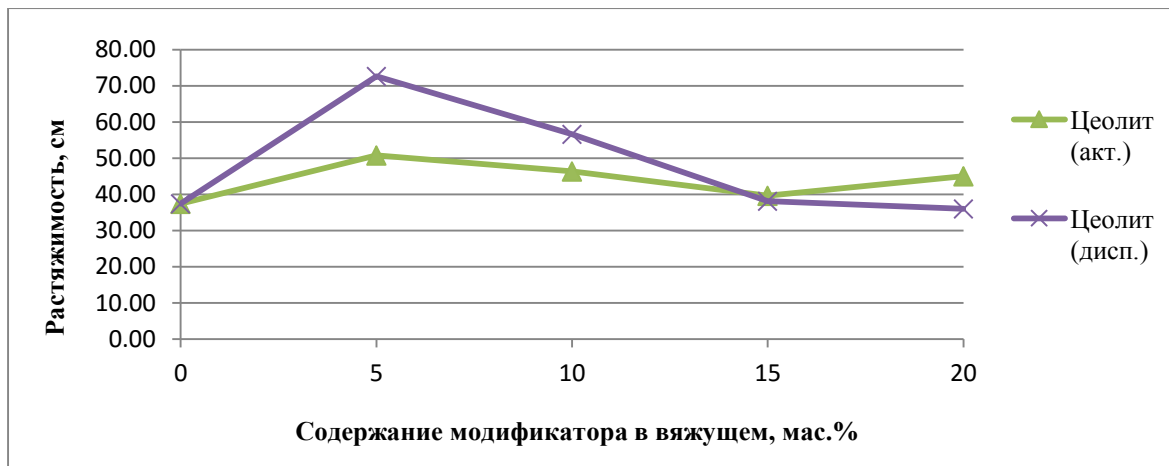


Рис. 2. Зависимость значения растяжимости битума от концентрации цеолита

Растяжимость связующего мы определяем путем максимального растяжения нити битума до ее разрыва. [4]

В обоих случаях, как для диспергированного, так и для активированного цеолита, оптимальной концентрацией является 5%. Это обусловлено тем, что при добавлении большего количества цеолита, он начинает разрыхлять структуру вяжущего, что и приводит к раннему разрыву нити. (рис. 2)

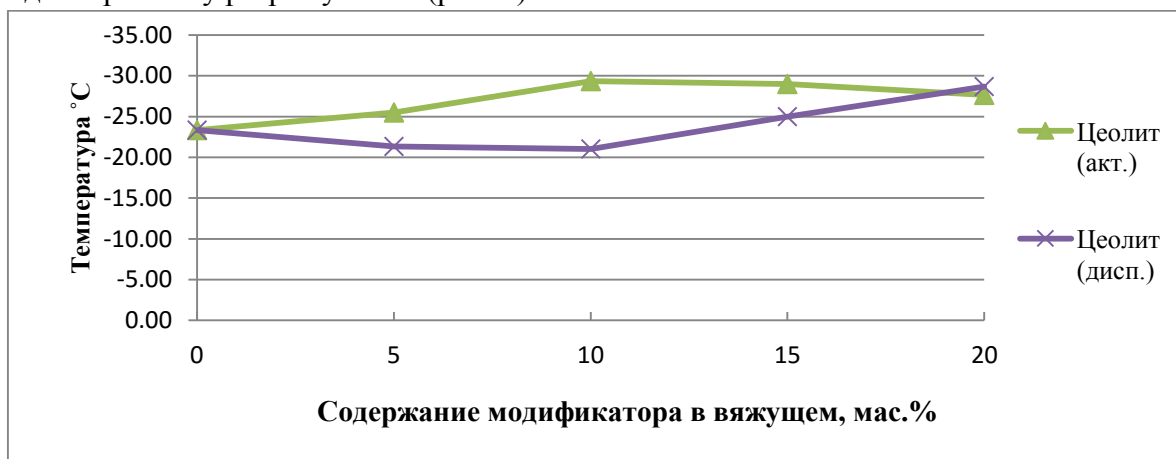


Рис. 3. Зависимость значения температуры хрупкости битума от концентрации цеолита

Реализуется метод Фрааса. [6]

При 20% концентрации, температура хрупкости держится в схожих пределах как для активированного, так и для диспергированного цеолита. (рис. 3)

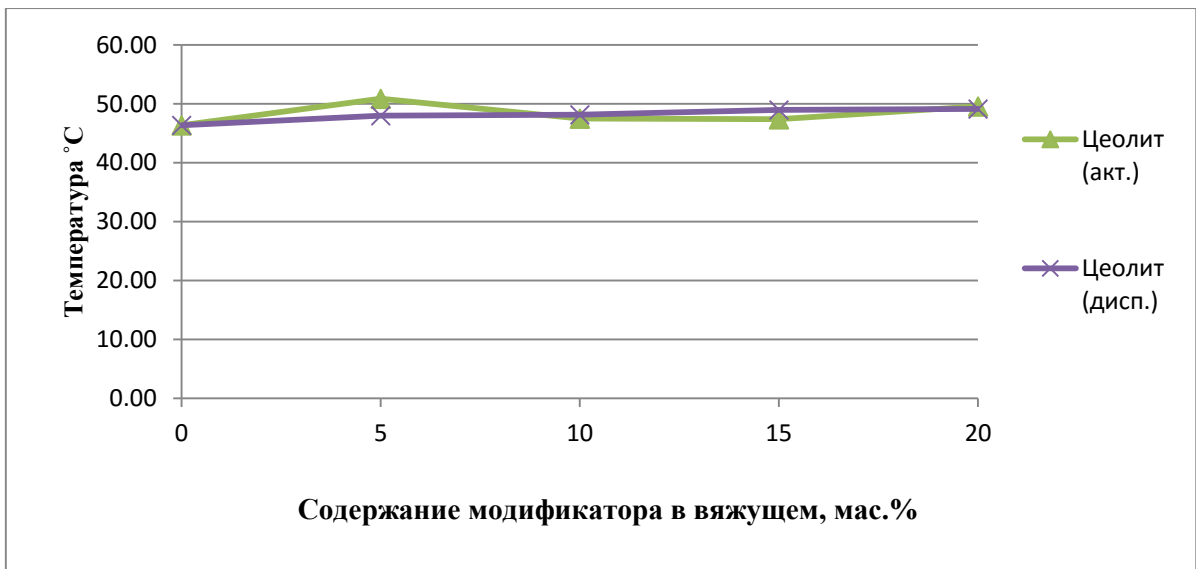


Рис. 4. Зависимость значения температуры размягчения битума от концентрации цеолита

Анализ полученных данных показал, что цеолит в должной мере не влияет на температуру размягчения и не изменяет физико-механические свойства вяжущего, результаты держатся в пределах нормы. [5] (рис. 4)



Рис. 5. Зависимость значения температуры вспышки битума от концентрации цеолита

По результатам данного испытания мы видим, что все показатели не менее 230 градусов, что соответствует допустимым значениям по ГОСТ 4333-87. [8]

Данный критерий является технологическим и в дальнейшем не скажется на качестве битума и асфальтобетонное покрытие в реальных условиях. (рис. 5)

В результате испытаний, делая конечный вывод, мы наблюдаем положительную динамику и увеличение физико-механических свойств битума в зависимости от процентного содержания природного цеолита в битуме, также мы видим, что различия в показаниях между активированным и диспергированным цеолитом особого различия не имеют, следовательно, использование диспергированного цеолита экономически более целесообразно.



Список литературы:

1. Гохман Л.М. «Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон», Москва, 2008 г.
2. Копылов В.Е., Николаева Л.А. «Повышение качества асфальтобетона за счет использования модифицированного нефтяного вяжущего»
3. ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие».
4. ГОСТ 11505-75 «Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости».
5. ГОСТ 11506-73 «Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару».
6. ГОСТ 11507-78 «Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу».
7. ГОСТ 11501-78 «Битумы нефтяные. Определение глубины проникания иглы».
8. ГОСТ 4333-87 «Нефтепродукты. Методы определения температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле».

**Реконструкция автодорожного железобетонного моста через ручей Малиновка на км 552+482 автомобильной дороги "Колыма" с применением базальтокомпозитной арматуры**

*Едисеев О.С., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: olegediseev@yandex.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Смолина М.В.*

Актуальность данной работы обусловлена повышением интенсивности движения и объема грузооборота по федеральной автомобильной дороге «Колыма», а также увеличением нормативной нагрузки на мостовые сооружения. Во время проектирования нагрузки по СНиП 2.05.03 -84 считали на нагрузку Н-30, НК – 80.

А по современным требованиям нормативную временную нагрузку считают по СП 35.13330.2012 «Мосты и трубы» на АК – 14, НК – 14.

В настоящее время ведется поиск наиболее рациональных конструкций, материалов и способов их применения.

**Цель:** Оценка несущей способности железобетонных пролетных строений с рабочей арматурой из базальта в сравнении со стальной арматурой на примере моста р. Малиновка.

**Задачи:**

1. Определить фактическую грузоподъемность эксплуатируемых пролетных строений железобетонного автодорожного моста через р. Малиновка
2. Определить грузоподъемность пролетных строений с балками, армированными базальтом.



Рис. 1. Общий вид моста через реку Малиновка на 552+482 км автомобильной дороги «КОЛЫМА» Якутск-Магадан

**Исходные данные для расчета грузоподъемности эксплуатируемого моста:**

Категория дороги: V;

Габарит моста: Г – 9;

Система моста: Балочно-разрезная;

Продольная схема: 3\*6;

Марка бетона: В 35;

Стальная арматура марка: А-III(А 400)

**Методика исследования:** Оценка фактической и проектной грузоподъемности производится по первой группе предельных состояний.

Расчеты изгибаемых железобетонных элементов и сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие поперечной силы выполнены в соответствии с методикой СП 35.13330.2012 «Мосты и трубы» (актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\*).

Данный мост строился на основании типового проекта инвентарным номером №2077, где количество рабочей арматуры составляет – 10 шт (d=20 мм), а распределительной арматуры – 5 шт (d=10 мм);

**Определение изгибающего момента в середине пролетного строения эксплуатируемого моста из учета дефектов и разрушений:**

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A_{s'}}{R_b \cdot B} = \frac{340 \cdot 12,56 \cdot 10^{-4}}{17,5 \cdot 0,98} = 0,0249 \text{ м}$$

$$h_0 = h - a_s = 30 - 4,1 = 25,9 \text{ см}$$

$$h_{01} = h - a_{s'} = 30 - 2,9 = 27,1 \text{ см}$$

$$\begin{aligned} M &= R_b \cdot B \cdot x(h_0 - 0,5x) + R_{sc} \cdot A_{s'} \cdot (h_{01} - a_{s'}) = \\ &= 17,5 \cdot 0,98 \cdot 0,0249(0,259 - 0,5 \cdot 0,0249) + 340 \cdot 0,00251 \cdot (0,271 - 0,0029) \\ &= 0,334 \text{ МН} \cdot \text{м} = 334 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Где,

$M$  – изгибающий момент в сечении середины пролета;

$R_b$  – прочность бетона на сжатие;

$b$  – ширина плиты балки;

$h_0$  – расстояние до нижней арматуры;

$x$  – высота сжатой зоны;

$R_{sc}$  – Расчетное сопротивление ненапрягаемой арматуры - сжатию;

$A_{s'}$  – площадь верхней арматуры;

$h$  – расстояние до верхней арматуры;

$a_{s'}$  – расстояние до арматуры от нижнего ребра балки;

Здесь можно привести данные о грузоподъемности моста полученные в результате диагностики состояния моста.

**Грузоподъемность моста определена расчетом:**

Классы нормативных нагрузок:  $K_{AK}=5.97$ ;  $K_{HK}=5.87$ .

Класс эталонной нагрузки для схемы трехосных транспортных средств  $K_{Эт}=16.83$ .

Возможен пропуск транспортных средств:

- в колонне общей массой **16.83 т** с нагрузкой на ось **6.73т**;

- в одиночном порядке общей массой **46,96 т** с нагрузкой на ось **11.74 т**.

**Рекомендации по повышению грузоподъемности:** Фактическая несущая способность балок пролетного строения снижена на 58% относительно требуемого.

Для обеспечения надёжной работы конструкций сооружения под временными нагрузками, повышения его долговечности и безаварийной эксплуатации необходимо произвести реконструкцию моста с грузоподъемностью, соответствующей классу нагрузки  $K=14$ .

Одним из вариантов повышения несущей способности плитных пролетных строений является применение базальтокомпозитной арматуры в составе железобетонных плит.

**Базальтокомпозитная арматура** – это силовой стержень с равномерно расположенным на поверхности и под углом к его продольной оси анкерочным слоем, изготовленный из термореактивной смолы, непрерывного армирующего наполнителя и других наполнителей.

Таблица 1

	Стержневая горячекатаная периодического профиля А – III [1]	АБК (Арматура базальтокомпозитная) [2]
Предел прочности при растяжении $\sigma_b$ , МПа не менее	350	800
Модуль прочности при растяжении $E$ , МПа, не менее	200000	50000
Предел прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ , МПа, не менее	400	300
Предел прочности при поперечном срезе $\tau_{ср}$ МПа, не менее	350	150

Для данной плиты пролетного строения производится расчет количества арматуры из базальтокомпозита.

$$A_{s1} = 226,71 / (24,51 * 800) = 0,01156 \text{ м}$$

$$n = 0,01156/0,00254 = 4,55 = 5 \text{ шт}$$

Расстояние между осями рабочей арматуры в плитах проезжей части автодорожных мостов в середине пролета и над ее опорами не должен превышать 20 см. Тогда в верхней и нижней сетке с базальтовой арматурой кол – во рабочей арматуры будет 5 шт.

**Определение изгибающего момента в середине пролетного строения проектируемого моста с применением базальтокомпозитной арматуры:**

$$\begin{aligned} M &= R_b * B * x(h_0 - 0,5x) + R_{sc} * A_s' * (h_{01} - a_s') = \\ 17,5 * 0,98 * 0,058(0,259 - 0,5 * 0,058) + 800 * 0,00251 * (0,271 - 0,0029) \\ &= 0,767 \text{ МН * м} = 767 \text{ кН * м} \end{aligned}$$

Где,

M – изгибающий момент в сечении середины пролета;

R<sub>b</sub> – прочность бетона на сжатие;

b – ширина плиты балки;

h<sub>0</sub> – расстояние до нижней арматуры;

x – высота сжатой зоны;

R<sub>sc</sub> – Расчетное сопротивление ненапрягаемой арматуры - сжатию;

A<sub>s</sub>' – площадь верхней арматуры;

h – расстояние до верхней арматуры;

a<sub>s</sub>' – расстояние до арматуры от нижнего ребра балки;

**Выводы:** Расчет по первой группе предельных состояний показал, что несущая способность оценена по значению изгибающего момента в середине сечения с применением базальтокомпозитной арматуры в середине пролета увеличивается на 130 %, в сравнении с традиционной. В дальнейшем необходимо исследовать влияние попеременного замораживания и оттаивания на конструкции с базальтокомпозитной арматурой. И оценить экономический эффект при реконструкции моста.

#### Список литературы:

1. СП 35.13330.2012 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03 - 84»
2. ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций»
3. ГОСТ Р 52748-2007. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения.
4. ОДМ 218.3.014-2011 «Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах»

## Использование жидкого стекла в строительных материалах

*Зорина М.В., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail-marta\_-95@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

В настоящее время в строительстве используется ограниченный круг вяжущих материалов: цементные, известково-кремнеземистые, гипсовые, магниезиальные. Жидкое стекло в этом ряду занимает второстепенную позицию, что объясняется низкой водостойкостью изделий, полученных на его основе. В то же время, известно, что с использованием жидкого стекла и соединений кальция можно сравнительно легко синтезировать гидросиликаты кальция (ГСК), являющиеся основной клеящей субстанцией в изделиях, изготавливаемых на основе цемента и известково-кремнеземистых вяжущих. В строительном материаловедении до настоящего времени не выполнены комплексные исследования механизмов синтеза гидросиликатов кальция в известково-жидкостекольных системах и не известны технологические процессы получения на основе жидкого стекла композиционных материалов для строительной индустрии, обладающих высокой прочностью и водостойкостью. *Именно поэтому считается актуальным изучить использование жидкого стекла в строительстве. Объект исследования: жидкое стекло. Предмет исследования: способы изготовления жидкого стекла. Цель: изучить способы изготовления жидкого стекла.*

*Задачи: 1. Изучить литературу по данной теме; 2. Исследовать разновидности жидкого стекла; 3. Изучить способы изготовления жидкого стекла.*

Жидкое стекло является универсальным и уникальным материалом, который обладает множеством преимуществ. Его можно использовать во многих сферах, но наиболее широкое применение жидкое стекло находит в строительстве. Но для начала следует разобраться, что же собой представляет данный материал. Жидкое стекло – это водный щелочной раствор силиката калия или силиката натрия, то есть тех же веществ, что входят в состав других видов стекла. На данный момент существует несколько способов изготовления этого материала (другое название – силикатный клей). Довольно часто его делают практически так же, как и его твердого «собрата», то есть сплавляют при высокой температуре крупинки песка и обычную питьевую соду. Еще один способ изготовления подразумевает воздействие на содержащий кремнезем материал растворами лития, калия или натрия при постоянной температуре. К преимуществам жидкого стекла можно отнести прекрасную клеящую способность. Это объясняется тем, что молекулы твердых склеиваемых материалов, которые находятся на их поверхности, хуже связаны между собой, чем те, что расположены внутри них. Попадая между ними, молекулы жидкого стекла начинают отдавать им влагу, за счет этого повышая свою вязкость и плотность. Из-за низкой теплопроводности жидкое стекло довольно часто используется при создании теплоизолирующих материалов. Изоляция на его основе, которая производится в промышленных условиях, способна выдерживать температуры до 1200-1300 градусов и множество циклов замораживания и оттаивания. Область применения жидкого стекла. В наше время очень распространено использование жидкого стекла для гидроизоляции. Им можно пропитывать как стены зданий, так и перекрытия.

Кроме того, известно, что фундаменты зданий довольно часто подвергаются атмосферным воздействиям: повышенная влажность, разность температур и сточные воды могут повредить фундамент и цоколь здания. Использование жидкого стекла в строительстве, а также в отделке фундамента и цоколя значительно увеличит устойчивость к атмосферным воздействиям. Теперь представьте себе, что Вам нужно построить бассейн на участке. Для этого недостаточно просто выкопать яму, обложить ее и заштукатурить, ведь тогда вода быстро найдет себе ход, и бассейн будет протекать: необходима гидроизоляция. В этом случае Вам пригодится жидкое стекло, оно довольно часто используется при строительстве бассейнов и колодцев. Также данный материал применяют в качестве антисептического средства. Очень часто мы можем заметить на стенах жилых и нежилых помещений плесень и грибок. При этом абсолютно не важно, из чего эти стены сложены и чем отделаны, если не позаботиться об антисептической обработке. Жидкое стекло – это отличный антисептик. Кроме того, данный материал обладает хорошей адгезией, то есть хорошо клеится к поверхности, поэтому его используют для склеивания и связи различных материалов. Им вполне можно клеить картон, фарфор, стекло и прочие материалы. Еще жидким стеклом пропитывают изделия из бумаги, дерева или какой-нибудь ткани, чтобы повысить их плотность и огнестойкость. Теперь следует подойти к вопросу с практической точки зрения и рассмотреть, что же полезного можно сделать при помощи жидкого стекла.

Прежде всего, это приготовление грунтовки. Разумеется, жидким стеклом никто не грунтует, его необходимо разбавлять. Помимо жидкого стекла, для приготовления грунтовки Вам еще понадобится цемент и чистая вода. На 10 кг цемента Вам потребуется примерно столько же жидкого стекла. В первую очередь цемент нужно смешать с водой при помощи дрели с насадкой (миксер), после чего смесь цемента и воды долить в жидкое стекло и также размешать. Если в результате грунтовка очень быстро твердеет и не дает нормально работать, необходимо добавить немного воды и размешать. Еще жидкое стекло используют для приготовления гидроизоляционного раствора для колодцев. Но перед приготовлением раствора песок нужно хорошо просеять, затем следует смешать одну часть песка, одну часть цемента и одну часть жидкого стекла. Сначала Вам придется промазать стены колодца жидким стеклом, затем повторно пройти гидроизоляционным раствором. Довольно часто жидкое стекло применяется при изготовлении огнеупорного раствора. Как правило, он используется для кладки разного рода каминов и печей. Сначала следует приготовить обычный цементно-песчаный раствор (1 часть цемента и 3 части песка), затем в получившуюся смесь добавить немного жидкого стекла (15-20% от массы цемента). Не рекомендуется разводить этот раствор слишком большими порциями, ведь он быстро «стынет». Если Вы хотите защитить дерево от грибка или плесени, то в этом случае из жидкого стекла можно приготовить антисептическое средство. Для этого жидкое стекло нужно размешать с водой в пропорции 1:1. Однако этим средством не рекомендуется мазать стены из бетона или оштукатуренные цементно-песчаным раствором, ведь они покрываются своеобразной защитной пленкой, которая очень скользкая и дальнейшая отделка в виде шпаклевки и покраски становится практически невозможной. Жидкое стекло применяется и для пропитки поверхности материалов. Для этого в 1 л воды нужно растворить примерно 400 г жидкого стекла. Поверхность следует обработать кисточкой пару раз, при этом к повторной пропитке можно приступать только после окончательного высыхания предыдущего слоя. Стоит отметить, что одним строительством область применения силикатного клея не ограничивается. В некоторых случаях его используют для укладки линолеума или плитки ПВХ. Кроме того, на основе жидкого стекла готовят замазки, используемые для

замазывания водопроводных чугунных труб. Этот уникальный состав также применяют бывалые садоводы. После процедуры прививания или обрезки плодовых деревьев, на их стволах образуется своеобразная открытая рана, каждая из таких ран является прекрасным местом для развития вредных для древесины бактерий. Поэтому стоит обработать срез жидким стеклом, рана «запечатается» и опасность гибели растения исчезнет. Помните, что при работе с жидким стеклом необходимо соблюдать меры предосторожности. Работы нужно проводить вдали от источников искрообразования, обеспечивая хорошую вентиляцию. Не глотать данное вещество, избегать попадания на кожу и в глаза, а при попадании в глаза промыть большим количеством воды и при необходимости обратиться за медицинской помощью. Также необходимо использовать средства индивидуальной защиты (перчатки, маска). Транспортировать и переносить жидкое стекло можно в плотно закрытой таре. При замерзании следует оттаивать материал при комнатной температуре, после оттаивания он не потеряет своих свойств. На данный момент на строительном рынке представлено огромное разнообразие материалов: грунтовки, гидроизоляционные материалы, клеи и готовые огнеупорные растворы. Поэтому жидкое стекло в чистом виде является материалом «на любителя», иногда лучше воспользоваться готовым решением, чем что-то мешать, соблюдая пропорции. Но опытные мастера до сих пор используют его, ведь при умелом обращении жидкое стекло превращается в поистине незаменимый материал.

Выводы по данному исследованию: **Жидкое стекло бывает двух видов:** 1. Жидкое стекло **натриевое**. Оно присутствует в антисептических огнестойких пропитках, а также добавляется прямо в бетон при устройстве фундаментов. Материал характеризуется отличным взаимодействием с минеральными веществами. 2. Жидкое стекло **калиевое**. Особо устойчиво к воздействию внешней среды и контакту с кислотами. Чаще всего его используют в лакокрасочном производстве. Способы его изготовления являются самыми различными, например, это водный щелочной раствор силиката калия или силиката натрия, то есть тех же веществ, что входят в состав других видов стекла. Существует несколько вариантов изготовления жидкого стекла (другое название – *силикатный клей*). Иногда его делают почти так же, как и его твёрдого «собрата», то есть сплавляя при высокой температуре крупинки песка и обычной питьевой соды. Второй способ подразумевает воздействие на содержащий кремнезём материал растворами лития, калия или натрия при постоянной температуре.

Жидкое стекло обладает отличной клеящей способностью. Дело в том, что молекулы твёрдых склеиваемых материалов, находящиеся на их поверхности, хуже связаны между собой, чем те, что расположены внутри их. Попадая между ними, молекулы жидкого стекла начинают отдавать им влагу, повышая за счёт этого свою вязкость и плотность. Благодаря низкой теплопроводности этот материал нашёл своё применение в создании теплоизолирующих материалов. Изоляция на его основе, которая производится в промышленных условиях, способна выдерживать температуры до 1200-1300 °С и множество циклов замораживания и оттаивания.

#### Список литературы:

1. Иванов, Н.К. Структурообразование в системах на основе жидкого стекла и опаловых пород / Н.К. Иванов, С.С. Радаев, С.М. Шорохов // Строительные материалы. - 1997. - М 8. - С. 24.
2. Иванов, Н.К. Энергосберегающая технология получения жидкого стекла и теплоизоляционных материалов из диатомитов и опок месторождений Тюменской и Свердловской областей /

3. Иванов Н.К., Радаев С.С., Шорохов С.М. // Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. - 1997. -М 3. - С. 3.

4. Радаев, С.С. Применение опалового сырья в строительстве / С.С. Радаев, КС. Иванов, Н.К. Иванов. - Тюмень: ТюмГАСУ, 2009 -111 с.

### **Применение сэндвич-панелей в качестве ограждающих конструкций в условиях Крайнего Севера**

*Игнатьев С.Е., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: ignatiev-s@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

Применение сэндвич-панелей в качестве ограждающих конструкций является одним из современных направлений развития строительных материалов.

Благодаря своим замечательным эксплуатационным свойствам, высокой технологичности производства (как следствие - высокая скорость и качество монтажа), богатой цветовой гамме, а также широкому диапазону размеров и модификаций, предоставляющих возможность реализации разнообразных конструктивных и архитектурных решений, строительные сэндвич-панели являются материалом, находящим широкое применение в строительстве. Промышленные здания (склады, ангары, производственные цеха); здания и помещения общественного и бытового назначения (офисы, магазины, бытовки); автозаправочные станций, автомойки; спортивные сооружения (в том числе ледовые сооружения); производственные и складские помещения для предприятий пищевой промышленности и сельского хозяйства (в том числе, например, птицефермы); здания холодильников и морозильников; помещения с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями (в том числе медицинского назначения – вот далеко не полный перечень строительных объектов, которые могут возводиться с помощью сэндвич-панелей).

Достоинство таких модульных полносборных строений состоит в том, что, будучи полностью смонтированными и оборудованными, они могут легко транспортироваться. В сравнении с традиционными строительными материалами сэндвич-панели отличаются следующими преимуществами: высокими теплоизоляционными характеристиками, небольшим удельным весом, высокой технологичностью и простотой монтажа, высокой степенью заводской готовности, влагостойкостью, шумоизоляционными свойствами, устойчивым антикоррозийным покрытием, презентабельным внешним видом, экологической чистотой, а также при их использовании сокращаются транспортные расходы, снижается нагрузка на фундамент, отсутствует необходимость дополнительной отделки (поверхность таких панелей имеет законченный вид и не нуждается в дальнейшей обработке). Наружные стены, выполняемые по технологии легких ограждающих конструкций, предусматривающей использование сэндвич-панелей, должны отвечать основным техническим и функциональным требованиям, предъявляемым обычно к ограждающим конструкциям.

Панели с утеплителем пенополистерол применяются при строительстве и реконструкции зданий и сооружений практически любого назначения. Преимущественно это



здания, где нужна хорошая влагостойкость, теплоизоляция, гигиена, практичность и реальная невысокая цена. Особенно хорошо подходят данные панели для автомоек, холодильных и морозильных камер и в пищевом производстве. А также любые другие здания, наружные несущие конструкции которых, т.е. могут относиться ко второй и выше степеней огнестойкости. В соотношении «цена-качество» эти панели - наилучший вариант для нашего региона.

Сэндвич-панели производятся в настоящий момент в городе Якутске и Благовещенске. Производство сэндвич панелей в регионе снизило бы сметную стоимость возводимых зданий и сооружений на 8-10 раз. Примерную площадку для размещения линии производства можно предложить в центре Нерюнгринского района, в поселке Беркакит. Плюсы такой площадки: железнодорожная станция, с необходимым количеством тупиков и федеральная трасса М56.

Простота оборудования разрешает легко и быстро наладить производство. Циклическая технология позволяет выпускать качественные панели-сэндвич и не так требовательна к точности технологии и качеству сырья, как непрерывная технология. Для максимального снижения затрат на приобретение оборудования возможно самостоятельное изготовление дополнительного оборудования. Кроме того, изготовление небольших партий панелей-сэндвич для собственных нужд на предлагаемом оборудовании более рентабельнее, чем на поточном. При росте потребности в панелях-сэндвич оборудование может быть легко дооборудовано с целью увеличения выпуска панелей.

### **Использование и производство автоклавного газобетона в условиях Якутии**

*Ковачев А.С., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: kovacheff.prosto@yandex.ua*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

Автоклавный газобетон является самым передовым строительным материалом нашего времени. Свойства газобетона превосходят нынешние материалы из бетона и являются весьма выгодным. Возможность производства и использования такого материала дает большое преимущество в строительстве.

Никому не секрет, что условия Якутии являются самыми требовательными в строительстве.

На сегодняшний день крупные отечественные производители применяют современные импортные технологии. Данный материал является универсальным в своем роде. Компания «Миг», находящаяся так же и на территории Якутии, имеет возможность производить такой бетон, не смотря на такую возможность, производство газобетона не пользуется популярностью.

Новейшее оборудование позволяет выпускать как гладкие блоки, так и пазогребневые с вырезом-ухватом для руки. Можно заказать любой тип, но гладкие блоки стоят немного дешевле. Блоки имеют габариты в длину 60 см, высоту 25, толщину от 7,5 до 50 см. Тонкие блоки предназначены для перегородок.

Предприятия могут выпускать на заказ и крупногабаритные блоки длиной до трех метров. Применяются они при строительстве крупных зданий. Объемная плот-

ность блоков 400–600 кг/м<sup>3</sup>. Для двухэтажного коттеджа достаточно плотности 400, пятиэтажное здание требует 600 кг/м<sup>3</sup> для нижних трех этажей.

Автоклавный ячеистый бетон представляет собой искусственный камень, изготовленный на основе кварцевого песка, извести, цемента, гипса, специальных добавок и воздуха. Воздух занимает большую часть объема ячеистого бетона. В массе материала равномерно расположено множество мелких пустот. Наличие воздушных камер обеспечивает ячеистому бетону высокие теплосберегающие характеристики [1].

Ячеистый бетон получают при помощи двух различных технологий, суть которых отражена в их названиях:

1. Пенобетон. Пенообразование происходит механическим способом. Смесь взбалтывают в огромном промышленном миксере и разливают по формам.

2. Газобетон. Образование пузырьков газа происходит как в тесте для булочек за счет выделения водорода при химической реакции.

Газобетон, отверждение которого произошло в автоклавной камере при повышенном давлении и под воздействием насыщенного водяного пара, называют автоклавным газобетоном. Из всех видов ячеистого бетона он имеет наиболее однородную структуру и лучшие характеристики.

Они также имеют идеально точные габариты. Одновременно они же являются и тепло-звукоизолятором. Не нужны стяжки на полу. Потолок можно шпаклевать и красить, он ровный. Единственное ограничение: плиты имеют длину до 6 метров. Автоклавный газобетон, предназначенный для плит, обычно имеет плотность в пределах 800–1000 кг/м<sup>3</sup> [1].

#### ***Низкая плотность/высокая прочность***

Большие размеры при незначительном весе сокращают основные затраты. Пористая структура газобетона дает в итоге плотность порядка 0.35-0.6 т/м<sup>3</sup>, ровно 1/5 от плотности нормального бетона. Это свидетельствует о более коротком времени строительства, более простой доставке на стройплощадку, значительном облегчении выполнения работ при возведении стен и незначительной нагрузке на фундамент. Малый вес, малая плотность – это решающие преимущества при возведении высотных зданий. Несущие конструкции сокращаются до минимума. Прочность газобетона составляет 2,5-7,5 Н/мм<sup>2</sup> – оптимальное соотношение прочности и плотности.

#### ***Энергосбережение/теплоизоляция***

Газобетон – энергосберегающий материал. Применение газобетона позволяет достичь значительного вклада в областях энергосбережения. Большое количество маленьких пор в блоках или панелях изолируют в 6-10 раз лучше, чем обыкновенный бетон или кирпич. Здания из газобетона приятно прохладны летом и сокращают потери тепла зимой. Расходы по отоплению или охлаждению (кондиционированию) за счёт этого минимальны.

#### ***Пожаростойкость***

Газобетон является неорганическим, абсолютно негорючим материалом, и благодаря этому он в связке с металлоконструкциями или как обшивка идеально подходит для пожаростойких стен (брандмауэры), вентиляционных и лифтовых шахт.

#### ***Первоклассная шумоизоляция***

Газобетон обладает выдающимися свойствами шумоизоляции. Пористость строительного материала – это положительный эффект при рассмотрении свойств шумоизоляции стены. Она вызывает высокую сопротивляемость шуму при применении материала с малой плотностью. Шумоизоляция у этого материала также лучше, чем у общепринятых сравнимых по плотности строительных материалах.

### ***Легкая рациональная обработка***

Газобетон (еще лучше, чем дерево) может обрабатываться обыкновенным инструментом, таким как пилы, сверла (буры), фрезы и т.д. При быстрой прокладке каналов для кабелей и труб может применяться электроинструмент. Газобетон может практически резаться на любые формы и под любым углом, включая скос и наклон.

Отопление, водоснабжение и канализация на кухнях и в ванных комнатах могут легко прокладываться в стене, быстрее чем в других стенах. Электрокабели укладываются в каналы, которые проделываются в стене при помощи скребков. Последующая установка труб и кабелей в стену осуществляется в дальнейшем без проблем.

### ***Точность размеров***

Процесс изготовления газобетона гарантирует неизменно точные размеры. Отклонения настолько минимальны, что после кладки стена представляет уже готовую для нанесения штукатурки поверхность. Часто готовность достигается нанесением на внутренние стены, в качестве основы под покраску или обои, тонкой шпаклевки.

### ***Сейсмостойкость***

Газобетон в виде армированных элементов уже много лет применяется в районах с повышенной сейсмостойкостью (например, Япония). Опыт многих лет показывает, что здания, у которых стены, возведены полностью или частично из газобетона, имеют лучшую устойчивость при природных катастрофах, таких как землетрясения. Незначительный вес газобетона в сравнении с его высокой прочностью снижает нагрузки на здание. Негорючесть и высокая пожаростойкость являются добавочным преимуществом и безопасностью против огня, который часто связан с землетрясением [1].

Газобетон идеально подходит к суровым условиям Якутии, его характеристики превосходят популярные пескоблоки и шлакоблоки. Газобетонные блоки, при утеплении минеральной ватой и пенопластом, имеет высокую теплоизоляцию, что не мало важно в применении этого материала в Якутии.

Данный материал может изготавливаться на заводе и собственноручно, так как новое оборудование является очень мобильными по габаритам и по весу, таким образом, можно наладить производство газобетона в Якутии, как в коммерческом характере, так и для себя лично.

### **Список литературы:**

1. Вылегжанин В.П., Пинскер В.А. // Ячеистые бетоны в современном строительстве. / Сборник докладов. Выпуск 5 – Санкт-Петербург: НП «Межрегиональная Северо-Западная строительная палата», Центр ячеистых бетонов, 2008. – С. 4-10.

## **Особенности двухтопливной системы питания для тракторного дизеля Д-243-648 с автоматическим регулированием состава смесевого топлива**

*Ковачёв А.С., Терехина Е.С., студенты,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: terehinaekaterina@mail.ru,  
kovacheff.prosto@yandex.ua*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Година Е.Д.*

Основным потребителем моторных топлив нефтяного происхождения является автотракторная техника. Причем доля такой мобильной техники, оснащенной поршневым дизельным двигателем, в общей структуре автомобильного и тракторного парка ежегодно возрастает [2].

В энергетической стратегии развития Российской Федерации на период до 2020 года большое внимание уделено необходимости использования возобновляемых источников энергии и, в частности, источников, извлеченных из растительной биомассы для производства экологически чистого моторного топлива. По ГОСТ Р 52808-2007 [2] к такому топливу относится дизельное смесевое топливо – бинарная смесь, состоящая из минерального топлива и растительного масла. В связи с отличиями физических, химических и эксплуатационных свойств (вязкость, плотность, текучесть, смазываемость и др.) таких биотоплив от минерального дизельного топлива (ДТ) требуется конструктивная адаптация серийно выпускаемой автотракторной техники, причем желательно без модернизации штатных узлов и агрегатов. Получены практические результаты по адаптации тракторов класса 14 кН [3] путем установки в штатную систему питания дизеля бака для растительного масла. Смесителя минерального топлива и растительного масла, переключателя, подогревателя топлива. Основным недостатком таких систем является отсутствие в них элементов автоматики, обеспечивающих требуемый состав ДСТ в зависимости от изменения нагрузочно-скоростного режима работы дизеля.

Цель и задачи исследования: проанализировать известные модели двухтопливных систем питания дизеля, выявить их недостатки. Рассмотреть новую двухтопливную систему питания с автоматическим регулированием состава ДСТ.

Известна двухтопливная система питания дизеля [1,2], которая позволяет осуществить подачу двух топлив через общую форсунку с использованием одного топливного насоса высокого давления (ТНВД) традиционного исполнения. При этом топливная система должна обеспечивать коррекцию состава смеси в процессе подачи.

Схема подачи биотоплива в камеру сгорания дизеля представлена на рис. 1. Она включает в себя форсунки 8 (по одной на каждый цилиндр дизеля), ТНВД 13 для подвода к форсунке минерального ДТ из бака 14 и аппаратуру аккумуляторного типа для подачи альтернативного топлива. Последняя в простейшем виде содержит баллоны 3 и 1 для биологического топлива и инертного газа, аккумулятор 4, топливопроводы, обратный клапан 7.

Инертный газ обеспечивает заданное давление в баллоне 3 и аккумуляторе, которое регулируется редуктором 2 и регистрируется манометром 5. Система подачи альтернативного топлива обеспечивает подачу только дизельного топлива с полным отключением подачи биотоплива краном 6.

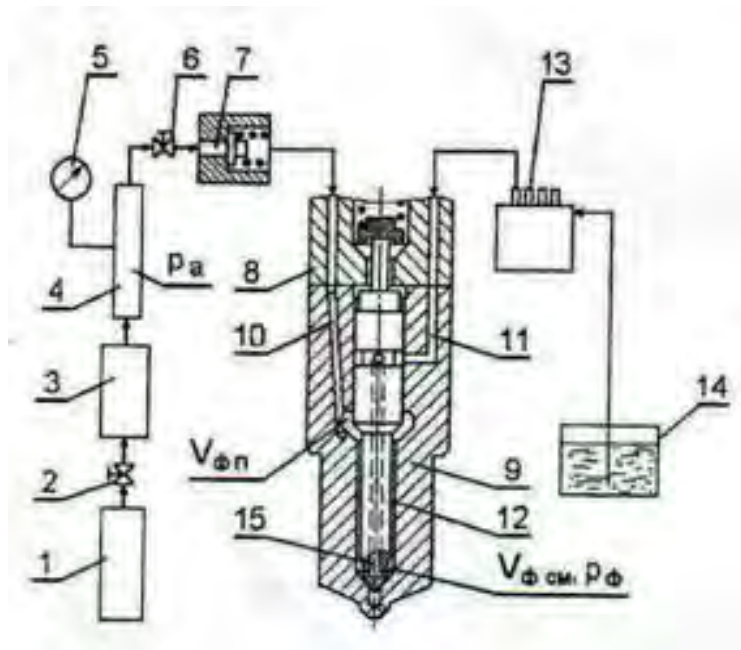


Рис.1. Схема системы подачи альтернативных топлив

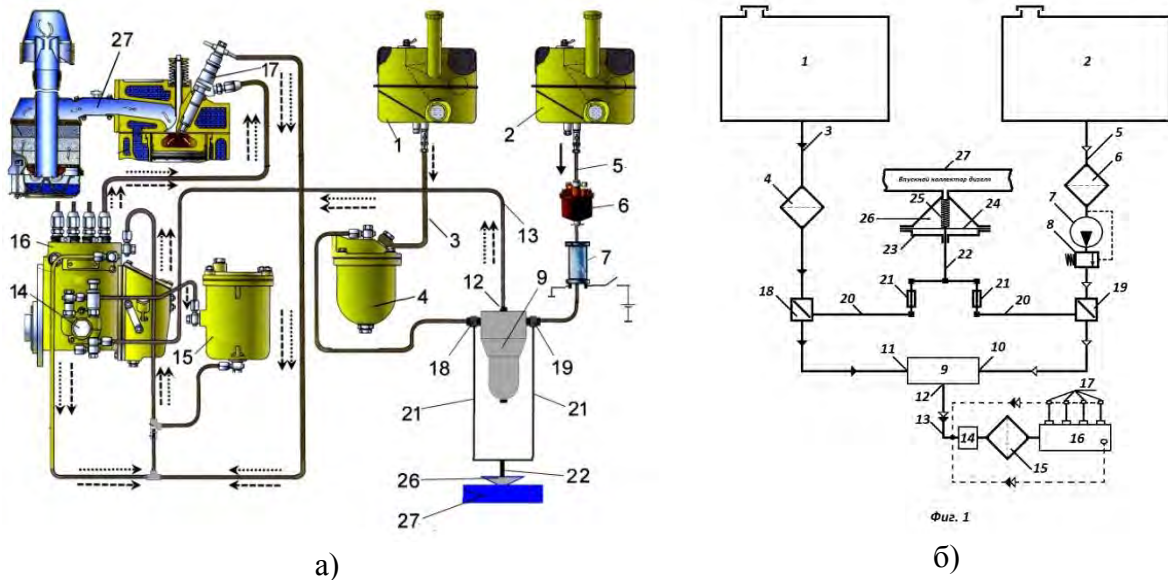


Рис. 2. Двухтопливная система питания дизеля с автоматическим регулированием состава смешанного топлива: а) общий вид; б) схема

Для обеспечения надёжной работы тракторного дизеля на двух видах топлива (минеральном ДТ и ДСТ) была разработана двухтопливная система питания дизеля с автоматическим регулированием состава смешанного топлива, которая обеспечивает требуемое процентное соотношение минерального и биологического компонентов в смеси в зависимости от нагрузочного и скоростного режимов дизеля, и тем самым улучшая мощностные, топливно-экономические и экологические показатели дизеля на эксплуатационных режимах [1].

На рис. 2 показана двухтопливная система питания дизеля с автоматическим регулированием состава смешанного топлива, которая содержит бак минерального топлива 1, бак биологического топлива 2, линию забора минерального топлива 3, состоящую из фильтра грубой очистки 4, линию забора биологического топлива 5, состоящую из фильтра грубой очистки 6 и электронасоса 7 с обратным клапаном 8, смеситель 9 био-

логического и минерального топлива, имеющий два входных 10 и 11 и один выходной каналы 12, линию подачи дизельного смесового топлива 13, состоящую из топливоподкачивающего насоса 14, фильтра тонкой очистки 15, топливного насоса высокого давления 16 и форсунок 17, при этом в линиях 3 и 5 забора минерального и биологического топлива перед входными каналами 10 и 11 смесителя 9 установлены дозаторы 18 и 19, кинематически связанные посредством управляющих и регулируемых тяг 20 и 21 со штоком 22 мембранного исполнительного механизма 23, другой конец штока 22 соединен с мембраной 24, нагруженной пружиной 25, причем полость 26 исполнительного механизма 23 с размещенной в ней пружиной 25 сообщена с впускным коллектором 27 дизеля.

Работает двухтопливная система питания дизеля с автоматическим регулированием состава смесового топлива следующим образом.

Пуск дизеля и его прогрев осуществляется на минеральном топливе. При этом дозатор минерального топлива 18 полностью открыт, а дозатор биологического топлива 19 полностью закрыт. Минеральное топливо из бака 1, пройдя фильтр грубой очистки 4, через дозатор 18 попадает в смеситель 9 и далее топливоподкачивающим насосом 14 через фильтр тонкой очистки 15 подается в топливный насос высокого давления 16 и форсунками 17 впрыскивается в цилиндры дизеля.

После прогрева дизеля на минеральном топливе включают электрический насос 7, обеспечивающий подачу биологического топлива из бака 2 через топливный фильтр 6 и дозатор 19 в смеситель 9. Минеральное топливо при этом подается в смеситель 9 аналогично работе дизеля в режиме пуска и прогрева. В смесителе 9 оба вида топлива перемешиваются, и полученное дизельное смесовое топливо подается топливоподкачивающим насосом 14 через фильтр тонкой очистки 15 в топливный насос высокого давления 16 и далее форсунками 17 впрыскивается в цилиндры дизеля.

При изменении нагрузочно-скоростного режима работы дизеля изменяется величина разрежения во впускном коллекторе 27 дизеля, что приводит в действие мембранный исполнительный механизм 23, шток 22 которого, через кинематически связанные с ним управляющие 20 и регулируемые 21 тяги, изменяет положение дозаторов 18 и 19, меняя при этом соотношение минерального и биологического топлив, поступающих в смеситель 9. Тем самым достигается автоматическое регулирование состава дизельного смесового топлива непосредственно в процессе работы дизеля.

#### Список литературы:

1. Туханов А.П., Уханов Д.А., Сидоров Е.А., Година Е.Д. Нетрадиционные биоконпоненты дизельного смесового топлива: монография. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С. 89-91.
2. Година Е.Д. Использование соевого масла в качестве биологического компонента дизельного смесового топлива//Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: Материалы Международного научно-технического семинара имени В.В.Михайлова. – Вып. 27. – Саратов, Буква 2014 – С. 44-47.
3. Черняков А.А., Година Е.Д. Исследование показателей тракторного дизеля при работе на минеральном топливе с добавкой соевого масла//Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы: Сб. статей Всероссийской НПК. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – С.128-131.

## Утилизация строительных материалов

*Лубсанжапов Ж.Г.,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: user6060@bk.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

В Российской Федерации высокими темпами развивается строительство новых промышленных и гражданских объектов транспортной, промышленной, гражданской инфраструктуры страны. Решаются вопросы сноса устаревших и аварийных объектов, ветхого жилья, ремонта жилых и служебных помещений. Все это приводит к образованию сверхнормативных твердых строительных отходов, утилизация и захоронение которых на полигонах требует новых площадей, которых зачастую в местах проведения данных работ не хватает.

Исходя из особенностей землепользования в стране сложилась сложная обстановка по отчуждению новых участков из состава сельскохозяйственных пахотных и иных земель под полигоны и площадки, предназначенные для утилизации и переработки твердых строительных отходов.

Предлагаемая Технология утилизации твердых строительных отходов дробильно-сортировочным комплексом (далее — Технология), система рециклинга, направлена на решение проблем разборки промышленных и гражданских объектов, переработке их конструкций и материалов (бетона, асфальтобетона, железобетонных конструкций, кирпича и арматуры) для вторичного использования и подготовлена на основе зарубежного и отечественного опыта с целью получения более правильного представления о современной технологии и процессах разборки зданий и сооружений с последующей переработкой их конструкций и материалов для повторного использования в строительстве, дорожном хозяйстве и благоустройстве территорий.

Переработка материалов производится на специально оборудованных полигонах (площадках) по утилизации твердых строительных отходов, оборудованных технологическими процессами по их переработке в строительные материалы вторичного применения.

Технология является основополагающим ведомственным нормативным актом, регулирующим вопросы утилизации строительных отходов комплекса, образующихся при строительстве новых сооружений, реконструкции и обустройства действующих объектов промышленной и гражданской инфраструктуры, создании и использования постоянных полигонов (мобильных площадок) по размещению, утилизации и захоронению строительных отходов (бетона, асфальтобетона, железобетонных конструкций, кирпича и арматуры).

Основное поле деятельности Технологии — разборка промышленных и гражданских объектов, переработка их конструкций и материалов для вторичного использования в пределах субъекта производственно-хозяйственной деятельности.

Утилизация твердых строительных отходов является одной из немногих отраслей производственно-хозяйственного комплекса России, не имеющая единого федерального нормативного правового акта, который объединял бы систему федеральных, ведомственных, региональных и местных подзаконных нормативных актов и регламен-

тировал особенности регулирования, проектирования, строительства, реконструкции, ремонта, содержания и использования промышленных и гражданских объектов, находящихся в федеральной, региональной или муниципальной собственности. Имеющиеся противоречия правового регулирования вопросов, отмеченные в Технологии, приводят к тому, что многие нормативные правовые акты в данной области оказываются недостаточно эффективными и не имеют соответствующего механизма реализации. В настоящее время устранение указанных проблем с обеспечением единого процесса обращения со строительными отходами возможно только на федеральном уровне.

В условиях серьезных проблем, связанных с развитием производственно-хозяйственной и социально-экономической сфер, строительстве новых сооружений и реконструкции действующих объектов инфраструктуры, в целях дальнейшего развития и совершенствования реального сектора экономики России особое значение приобретает максимальное использование отходов как важнейшего источника расширения сырьевой базы строительного производства. Огромное значение решение этой проблемы имеет и для улучшения экологической обстановки в России как важнейшего фактора социальной стабильности общества.

Зарубежный и отечественный опыт показывает, что полученный после переработки строительных отходов вторичные материальные ресурсы многообразны по физико-механическим характеристикам и применению.

К примеру, вторичный щебень рекомендуется использовать при устройстве подстилающего слоя подъездных и малонапряженных дорог; фундаментов под складские, производственные помещения и небольшие механизмы; устройства основания или покрытия пешеходных дорожек, автостоянок, прогулочных аллей, откосов вдоль рек и каналов; приготовления бетона, используемого для устройства покрытий внутренних площадок гаражей и сельских дорог; в заводском производстве бетонных и железобетонных изделий прочностью до 30 МПа.

Принимая во внимание отечественный опыт по разборке большого количества зданий, в качестве основных задач по выбору технологического оборудования для переработки строительных отходов с получением товарных строительных материалов, необходимо определить следующие направления в работе:

Изучение исходного сырья с целью прогнозирования возможных направлений его использования;

Разработка рекомендаций по выбору технологий переработки различных видов вторичного строительного сырья с минимальным количеством отходов с последующим применением безотходных технологий;

Применение особых условий функционирования перерабатывающих комплексов на специальных полигонах (площадках) твердых строительных отходов;

Установление экономически обоснованных областей применения различных технологических схем переработки строительных отходов.

Существуют статические (раскалывание, дробление, резка и расширение) и динамические (ударное, вибрационное, взрывные) методы разрушения строительных материалов, при этом удельные энергетические затраты более низкие при динамических методах. В настоящее время наибольшие результаты достигнуты в совершенствовании технологии разрушения строительных конструкций ударными методами, раскалыванием, резкой, дроблением и расширением.

Рассмотрим принцип дробления.

Одним из преимуществ является низкий уровень шума, малый объем выброса пыли. По установке может быть, как мобильный, так и стационарный. Дробление осу-



ществляется с помощью зубьев, которые устанавливаются на бетоноломе или отдельно крепятся на экскаваторе. Сменное рабочее оборудование позволяет дробить железобетонные конструкции толщиной до 700 мм и фундаментов до 1200 мм. Дробление железобетона, подготавливающее его к дальнейшей переработке, экономит время, ресурсы и финансовые затраты на процесс переработки бетона во вторичный щебень.

#### Список литературы:

1. Соколов Э.М., Москвичев Ю.А., Фролова Е. А., Яманина Н.С., Филиппова О.П., Володин Н.И., Макаров В.М. - Утилизация отходов производства и потребления, учебное издание. - Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2006. - 388 с.

#### **Плесень в жилых домах. Причины возникновения, вред и способы уничтожения**

*Нафанаилова С.В., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Пермь  
E-mail: svetlanavas93@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

Для жизнедеятельности человека большое значение имеет качество воздуха. От него зависит самочувствие, работоспособность и в конечном итоге здоровье человека. Качество воздуха определяется его химическим составом, физическими свойствами, а также наличием в нем посторонних частиц. Современные условия жизни человека требуют эффективных искусственных средств оздоровления воздушной среды. Этой цели служит техника вентиляции.

К сожалению, многие хозяева квартир и домов пренебрегают или вовсе игнорируют элементарные вещи, связанные с вентилированием помещений. Например, вентиляционные отверстия в деревянном полу просто закрывают линолеумом или заклеивают обоями вентиляцию в стене. При гармоничном расположении окон можно проветривать комнаты, и этот способ естественен и требует вспомогательных вложений. К сожалению, такой естественный метод удобно использовать не всегда, ведь погода на улице бывает разной, а свежий воздух в жилище должен циркулировать постоянно. Получается, что в зимнюю пору и летом, произвольная вентиляция не оправдывает себя. Это приводит к повышению влажности и соответственно появлению грибка.

Причиной появления грибков и плесени является повышенная влажность в помещении. Как только температура какой-либо поверхности в помещении становится равной или ниже температуры «точки росы», то на этой поверхности сразу же начинает конденсироваться влага из воздуха. Повышенная влажность, комнатная температура – это самые благоприятные условия для жизнедеятельности грибков и плесени. Понятно, что в первую очередь от грибка страдают такие помещения как ванные комнаты и кухни. Потoki горячей воды в ванной комнате, приготовление пищи и выделение влаги при сгорании газа на кухне, сушка белья способствуют созданию условий с повышенной температурой и влажностью.

Не редко грибок и плесень появляются в жилых комнатах в углах, в так называемых «геометрических мостиках холода». Еще одно излюбленное место грибков и плесени - это стены (особенно северной ориентации), закрытые шкафами, коврами и т.п.

подобными предметами домашнего обихода. Некоторые пытаются специально «утеплить» стену ковром, чтобы она не промерзала. И делают только хуже, так как закрывают эти поверхности для омывания теплым воздухом.

Нередко из-за появления плесени в жилых домах у людей встречаются проблемы со здоровьем. Распространенным эффектом от плесени являются астма, пневмония, заболевания верхних дыхательных путей, синусит, сухой кашель, кожные высыпания, расстройство желудка, головные боли, носовые кровотечения. Большинство видов плесени, встречающиеся в нашем регионе, относятся к патогенным формам. Длительные воздействия могут привести к внутреннему кровотечению, поражению почек и печени, эмфиземе легких. Попадание плесени в человека, отравление плесенью называется микозом. Продиагностировать микоз или наличие аллергии на плесень можно в большинстве аллергоцентров и в ряде лабораторий.



Рис. 1. Исход нарушения вентиляции можно увидеть ниже в картинках

Чтобы избежать подобных ситуаций надо подготовить систему вентиляции заранее, ещё, когда вы начинаете составлять план дома. Сегодня можно выбрать несколько наиболее подходящих типов вентиляции воздуха:

1. вытяжная вентиляция,
2. приточная вентиляция,
3. приточно-вытяжная вентиляция,
4. приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла.

Вытяжная вентиляция предусмотрена во многих квартирных зданиях, задача которой – удалить загрязнения из помещений с высоким процентом засорения воздуха. Такая система водворяется на кухне, а также в комнате для курильщиков.

Приточная система вентиляции – это более сложный механизм. В помещение прибывает очищенный воздух вместо загрязненного. Такую систему применяют, чуть ли не в каждом здании, как в доме и квартире большого размера, так и в супермаркетах или офисах. Обычно, приточный тип используется одновременно с вытяжным типом вентиляции.

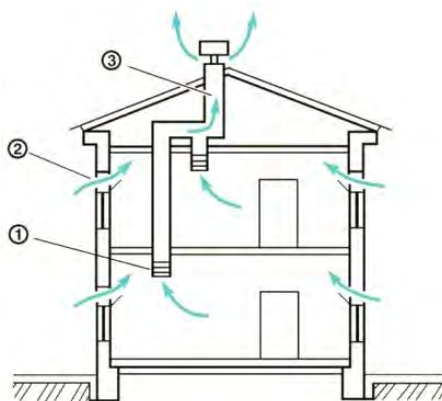


Рис. 2. Схема работы естественной приточно-вытяжной вентиляции

Таким образом, приточно-вытяжная система объединяет всю основательность первого, а также второго вида вентиляции. С её помощью реально организовать наиболее верный кругооборот воздуха, решить вопрос с его фильтрацией, а также координировать влажность.

Существует разновидность приточно-вытяжной вентиляции - это использование вытяжного воздуха комнатной температуры для подогрева приточного, что позволяет значительно сэкономить при эксплуатации вентиляционной установки. Единственное, что может смутить при установке приточно-вытяжной вентиляции, это необходимость найти место в доме или квартире для монтажа основного блока вентиляции.

Вывод: Если в квартире или частном доме плохая вентиляция воздуха, то никакие спреи, жидкости для устранения плесени вам не помогут. В постройке здания вентиляция играет важную роль.

#### Список литературы:

1. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. М.: Стройиздат, 1991.
2. Гусев В. М. Теплоснабжение и вентиляция. М.: Стройиздат, 1995.
3. Реймерс Н.Ф. Основные биологические понятия и термины. М.: Просвещение, 1988г.
4. Попов В.П. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Л.: ВИКА им. А.Ф. Можайского, 1972.

### **Техногенные побочные продукты промышленности как сырье для производства строительных материалов**

*Прокопьева Л.П., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: Lubaprok93@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

Бережное и рациональное использование природных ресурсов в настоящее время приобретает особое значение. Решение этой актуальной народнохозяйственной проблемы предполагает разработку эффективных безотходных технологий за счет комплексного использования сырья. [2]

Целью данной работы является рассмотрение вопросов о возможности использования техногенных побочных продуктов промышленности как сырья для производства строительных материалов.

Основное внимание уделяется на возможность использования шлаков от сгорания углей на ТЭС, рассматривается применение строительных материалов, произведенных на основе этих шлаков.

Основными видами техногенных продуктов России являются золы и шлаки ТЭС, отходы угледобычи горно-обогатительных комбинатов, переработки горючих сланцев, металлургические и бытовые отходы

Использование техногенных продуктов в производстве строительных материалов способствует решению следующих основных задач:

- экономии энергосырьевых ресурсов,
- утилизации отходов,
- улучшению экологической обстановки в регионах.

Рассмотрим из каких отходов получают те или иные строительные материалы:

**Отходы металлургической промышленности.** В результате данной деятельности образуется огромное количество доменных шлаков. Данные отходы сегодня являются ценным сырьем, из которого получают качественный портландцемент, обычный цемент, шлаковое стекло, каменное литье, природный камень, строительный щебень, керамику.

**Отходы угледобычи и углеобогащения.** Как правило, из них изготавливают кирпич, пористый заполнитель, который используется для легкого бетона, теплоизоляционных засыпок, дренажных устройств. Отходы углеобогащения также применяют как топливную добавку при производстве керамики.

**Отходы горнорудного дела** используется в качестве сырья для получения вяжущих, автоклавных материалов, стекла, керамики, щебня.

**Отходы, образующиеся в результате топливно-энергетической промышленности** (зола, шлаки), применяют для изготовления легких заполнителей, растворов, тяжелого и ячеистого бетона, стеновых и дорожно-строительных материалов, силикатного кирпича, керамических и плавящихся материалов, бетона и железобетона. При этом отходы ТЭС могут выступать и как основной компонент, и как дополнительный, в виде добавки. [1]

**Отходы химико-технологических производств** (фосфорные шлаки, фосфогипс, гипс, известьсодержащие отходы, силикаты, кокс) применяются для изготовления шлаковой пемзы, литого щебня, цемента, стенового кирпича, гипсового камня.

**Отходы древесины** (опилки, стружка, кора, сучья) чаще всего используют для изготовления теплоизоляционных и отделочных строительных материалов: древесноволокнистые, древесностружечные плиты, арболит, ксилолит, опилкобетон, ксилобетон, фибролит, королит, древесные пластики и многое другое.

**Отходы городского хозяйства** используются как сырье для изготовления картона, упаковочных материалов, волокна, строительных пластмассовых изделий. К таким отходам относятся макулатура, текстильные, каучуковые, пластмассовые, резиновые отходы

**Отходы строительного производства**, как ни странно, тоже используются для изготовления строительных материалов. Так, ценность представляют стекольный и керамический бой, цементная пыль, минеральная вата. Переработка отходов строительных материалов осуществляется с помощью специального оборудования. [3]

Шлаковые отходы являются ценным сырьем для гражданского, промышленного и дорожного строительства. На ТЭС России ежегодно накапливается более 50 млн. т золошлаковых отходов. В настоящее время основное количество золы используется в строительной индустрии, а именно, в производстве цемента, кирпича, изделий из ячеистого бетона, шлакоблоков, легких заполнителей, рубероида, керамзита, в строительстве дамб золошлакоотвалов, строительстве и ремонте дорог. Применение зол и шлаков ТЭС в качестве строительных материалов является наиболее масштабным направлением и может решить проблему дефицита стройматериалов в регионах Российской Федерации. За счет использования ЗШМ экономится до 30% цемента и более половины природных заполнителей, снижается теплопроводность бетонов, снижается масса зданий и сооружений. [2]

### **Применение золо-шлаковых отходов.**

Наибольший интерес вызывают технологии применения золо-шлаковых отходов в следующих производствах:

- в производстве портландцемента (как активные кремнеземистые добавки) в количестве 10-15 процентов, в производстве пуццолановых портландцементов марок 300-400 – до 30-40 процентов (золопортландцемент);

- при изготовлении строительных растворов – как активная добавка в количестве 10-30 процентов от массы цемента, при использовании в строительных растворах портландцемента высоких марок (400-500) применение пылевидной золы может сократить его расход до 30 процентов;

- в качестве активного микронаполнителя в тяжелых бетонах, что позволяет снизить расход цемента от 6-10 процентов в бетонах нормального твердения до 12-25 процентов в пропариваемых;

- в производстве силикатного кирпича;

- в жаростойких бетонах – в качестве наполнителя вместо шамотного порошка, что существенно снижает себестоимость таких бетонов;

- при изготовлении зольного и аглопоритового гравия;

- в производстве мелкозернистого аэрированного золобетона и изделий на его основе, в качестве мелкой фракции легких бетонов на пористых заполнителях плотной и поризованной структуры;

- в качестве сырьевых материалов для дорожной промышленности;

- использование золошлаковых отходов с повышенным содержанием частиц негоревшего топлива в производстве глиняного кирпича, что не только улучшает его качество, но и снижает расход технологического топлива на обжиг.

Экономический эффект от использования в планировке ЗШО будет заключаться в экономии песка, отказе от строительства новых золоотвалов и, соответственно, в экономии капитальных вложений.

В конце работы мы можем сделать вывод о том, что возможность применения шлаков в строительной индустрии очень велика, а также о том, что шлаки являются не только загрязняющим грузом, но и весьма полезным сырьем. При применении, которого меняются свойства привычных строительных материалов, как в положительную, так и в отрицательную сторону.

Некоторые шлаки весьма экономичны, по сравнению с некоторыми природными сырьевыми материалами, так, например, шлаковый щебень в 1,5-2 раза дешевле природного и требует в 4,5 раза меньше удельных капитальных вложений. Шлаковая пемза в 3 раза дешевле керамзита и требует в 1,5 раза меньше удельных капитальных вложений. И таких примеров большое количество.

В настоящее время основное количество золы используется в строительной индустрии, а именно, в производстве цемента, кирпича, изделий из ячеистого бетона, шлакоблоков, легких заполнителей, рубероида, керамзита, в строительстве дамб золошлакоотвалов, строительстве и ремонте дорог. Применение зол и шлаков ТЭС в качестве строительных материалов является наиболее масштабным направлением и может решить проблему дефицита стройматериалов в регионах Российской Федерации. За счет использования ЗШМ экономится до 30% цемента и более половины природных заполнителей, снижается теплопроводность бетонов, снижается масса зданий и сооружений.

#### Список литературы:

1. Матин А.А. Экологическая безопасность и современные изделия из полимерпесчаной смеси//Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №1. 2007.
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. «Строительные материалы из отходов промышленности» Учебно-справочное пособие, Феникс 2007г.
3. Микульский В.Г., Горчаков Г.И., Козлов В.В. и др. «Строительные материалы. Материаловедение и технология» Москва. 2002 г.

### **Выбор строительной смеси для гидроизоляции бетона в условиях низких температур**

*Радчук Е.Н., студентка,  
Южно-Якутский технологический колледж,  
г. Нерюнгри*

*Научный руководитель:  
преподаватель Шудра Л.Н.  
Научный консультант:  
методист научно-методического отдела Кузьмина И.И.*

Известно, что бетонные, железобетонные и кирпичные конструкции подземных частей зданий и сооружений в процессе эксплуатации подвергаются негативному воздействию влаги. Это приводит к активным разрушающим процессам - бетон стареет, теряет прочность, крошится, в нем появляются трещины, начинает протекать вода, и в итоге он разрушается. В последние годы появилась возможность ликвидировать в готовых конструкциях поры и трещины, доступные для воды, и превратить бетон в плотный, "вечный" камень. В защите бетонов весьма эффективна **проникающая гидроизоляция**, основанная на продвижении активных веществ по капиллярам бетона и образовании нерастворимых соединений. Российские специалисты разработали большое количество гидроизоляционных материалов проникающего действия, аналогичные зарубежным. Для Нерюнгринского района характерно установившийся уровень грунтовых вод от 1,60 м до 4,90 м.

Поэтому актуально произвести выбор оптимальной строительной смеси для гидроизоляции бетонных конструкций.

**Цель исследования:** на основе сравнительного анализа современных строительных смесей для гидроизоляции бетона выбрать оптимальный вариант в условиях низких температур.

#### **Задачи исследования:**

- исследовать технические параметры гидроизоляционных материалов проникающего действия;
- произвести сравнительный анализ отечественных строительных смесей для проникающей гидроизоляции;
- выбрать строительную смесь для гидроизоляции бетона в условиях низких температур.

**Актуальность работы.** Производство сухих строительных смесей является одной из динамично развивающихся отраслей строительной индустрии России.

Актуально использование эффективных гидроизоляционных материалов для повышения долговечности элементов бетонных конструкций, находящихся в непосредственном контакте с водой, а также в условиях переменной влажности.

Новым видом защиты бетонных конструкций от влажности является гидроизоляция для бетона проникающего действия, в виде сухих смесей, состоящих из цемента с добавлением химически активных веществ и измельченного песка.

Гидроизоляционный эффект достигается за счет заполнения пор и микропустот бетона водонерастворимыми соединениями, образующимися в результате реакции активных химических компонентов с цементным камнем бетона в присутствии воды. Затворенный водой состав наносится на бетон, активные его компоненты вступают в химическую реакцию с цементным камнем, постепенно проникая внутрь структуры бетона и образуя нерастворимые кристаллы. Эти кристаллы закупоривают капилляры и микротрещины, вытесняя при этом воду. Процесс происходит во всех направлениях: как по току воды, так и против. Таким образом, бетон становится непроницаемым для воды и других жидкостей.

Кристаллы, занимающие небольшую часть поры, делают её непроницаемой для проникновения влаги, но совершенно не препятствуют движению пара. Такая избирательность действия гидроизоляции приводит к быстрому высыханию бетонной конструкции и формированию устойчивости к последующему намоканию.

Для исследования выбраны четыре гидроизоляционные смеси: Гидротэкс, Лахта, Кальматрон, Пенетрон. Все технические характеристики взяты только из нормативной документации отечественных производителей на материалы (технических условий и протоколов сертификационных испытаний, подготовленных аккредитованными организациями по аттестованным методикам). Для подготовки сравнительной таблицы использованы только те значения показателей, которые сам производитель гарантирует потребителю в технических условиях на продукт.

Следует отметить, что применение материалов проникающего действия эффективно только для строительных элементов, изготовленных на цементной основе [1, стр. 97].

Гидроизолирующая смесь проникающего действия Гидротэкс является российской разработкой.

Применение гидроизоляционных капиллярных сухих смесей «Гидротэкс» на объектах производства работ гарантирует повышение водонепроницаемости материала, морозостойкости, повышение стойкости при воздействии слабоагрессивных и некоторых среднеагрессивных газовых и жидких сред [3, стр. 6].

В настоящее время смеси гидроизоляции «Лахта», предназначенных для различных видов работ используется для гидроизоляции подземных и наземных конструкций, в том числе и для обработки внутренних поверхностей резервуаров питьевой воды.

Материал Лахта проникающая гидроизоляция наносит вручную, при помощи кисти, или механизированным способом, используя аппараты для воздушного нанесения текстурных материалов (текстурный пистолет-распылитель) [2, стр. 2].

Одним из ценных свойств состава Кальматрон является его высокая проницаемость в бетон и возможность регенерации старого бетона, что особенно важно при выполнении ремонтных работ. Чем беднее рецептура бетонной смеси и её остаточные характеристики, тем ярче проявляются регенерирующие свойства Кальматрона.

Гидроизоляционная сухая смесь Пенетрон применяется на сооружениях, где необходима сопротивляемость бетона нефтепродуктам, растворам кислот, щелочей и

солей, она увеличивает прочность и морозостойкость бетона. Материалы сертифицированы для использования в резервуарах с питьевой водой [4, стр. 12].

К преимуществам проникающей гидроизоляции относится её способность формировать единое целое со строительной конструкцией.

Проникающая гидроизоляция не подвержена механическому износу, поскольку гидроизолирующими свойствами обладает сам бетон.

Срок службы гидроизоляции равен сроку службы бетона, а за счет гидроизоляции бетона этот срок возрастает. Нет необходимости полностью просушивать бетон, материалы наносятся на влажную поверхность.

Благодаря проникающим свойствам материала бетонную конструкцию можно обрабатывать с любой стороны, иными словами при обработке фундамента нет необходимости его откапывать.

Восстановление прочностных характеристик бетонных и железобетонных конструкций способствует увеличению морозостойкости материала.

На основе изучения основных характеристик строительных смесей и их преимущественных характеристик произведен в табличной форме сравнительный анализ гидроизоляционных смесей на предмет их применения в условиях низких температур (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные характеристики гидроизоляционных смесей

№ п/п	Наименование параметра	Гидротэкс	Лахта проникающая	Кальматрон	Пенетрон
1	Глубина проникновения кристаллогидратов, мм	100	200	≤150	90
2	Достижимая морозостойкость бетона, имеющего до обработки марку F50, не менее	F200	F300	F300	F100
3	Достижимая водостойкость бетона, имеющего до обработки марку W2, не менее	W10	W10	W16	W6
4	Температура эксплуатации, t°С минимальная максимальная	- 40 +90	- 40 +90	-60 +130	-60 +130
5	Температура нанесения, t°С	от +5	от +5	от +5	от +5
6	Расход готовой к применению гидроизоляционной смеси (в пересчете на сухую смесь), кг/м <sup>2</sup>	0,9-1,2	0,8–1,2	1,6-3,2	1,35-1,62
7	Способ нанесения	Ручной, механизированный		Ручной, механизирован.	
8	Цена за упаковку весом 25 кг, руб.	3225	3900	2000	7250



Данная таблица позволяет сравнить основные характеристики самых популярных гидроизоляционных смесей. Для решающего сравнения взяты показатели температуры эксплуатации изолируемых конструкций, глубина проникновения кристаллогидратов и достигаемые морозостойкость и водостойкость бетона. Значения показателей смеси Кальматрон выше по водостойкости, по морозостойкости, а температуре эксплуатации одинаковы со смесью Пенентрон.

В результате сравнительного анализа этих параметров гидроизоляционных смесей пришли к выводу, что наиболее оптимальный вариант для низких температурных условий является **Кальматрон**. Применение этого материала будет способствовать **увеличению морозостойкости материала** и межремонтных сроков, продлению срока службы зданий и сооружений.

С помощью Кальматрона можно защитить стены зданий, подвалов, технических этажей, цоколи, объекты канализации, промышленного и питьевого водоснабжения, причем как в процессе строительства, так и эксплуатации сооружений. По ценовой составляющей смесь Кальматрон более экономична. Для сравнения взята розничная цена по состоянию на 01.12. 2014 в г. Москва.

В настоящее время гидроизоляция проникающего действия в Нерюнгринском районе не применяется, так как она отсутствует в проектной документации на объекты нового строительства. Поэтому нет спроса и данные сухие смеси не реализуются в торговой сети г. Нерюнгри.

Вышеуказанные сухие смеси широко применяются в строительстве г. Москвы, Московской и Новосибирской области и другие.

**Перспективы работы:** в предстоящей дипломной работе запроектировать и обосновать выбор гидроизоляции проникающего действия.

#### Список литературы:

1. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. «БХВ-Петербург», 2011. - 300с.
2. Инструкция по применению сухой смеси «Лахта» проникающая гидроизоляция ТУ 5775-008-11149403-2001. ООО «Эттрилат НТ». 2001.
3. Рекомендации по применению сухих гидроизоляционных смесей проникающего действия ТМ «Гидротэкс» для ремонта и защиты бетонных и железобетонных конструкций от водопроницаия и различных видов коррозии. – М.: ОАО НИЦ «Строительство», 2011. - 23с.
4. Технологический регламент на проектирование и выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозионной защите монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций. – М., СРО «РСППП», 2008. - 64с.
5. ГОСТ 31189-2003 Межгосударственный стандарт. Смесей сухие строительные. Классификация. - М., 2003. - 11с.
6. Проникающая гидроизоляция - выбор профессионалов. [http://www.germostroy.ru/art\\_10.php](http://www.germostroy.ru/art_10.php)
7. МДС 12-34.2007 Гидроизоляционные работы. – М. 2007. - 22с.
8. Свойства состава "Кальматрон" и сферы его применения. <http://mostroitelstvo.ru/gidroizolyaciya> (15.11.2014)
9. Мошковская С.В. Сухие строительные смеси для гидроизоляции бетонных конструкций/ С.В. Мошковская, С.П. Сивков, В.В. Лотарев - Техника и технология силикатов. Международный журнал по вяжущим, керамике, стеклу и эмалям. М. – 2008. – т. 15. - №1. – с. 26-31.

10. ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия. - М. Стандартинформ. 2008. - 21с.

**Возможность применения легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК)  
для восстановления ветхих жилых зданий в городе Нерюнгри**

*Радчук Е.Н., студентка,  
Южно-Якутский технологический колледж,  
г. Нерюнгри  
E-mail: kuzm-ira@mail.ru*

*Научный руководитель:  
преподаватель Андреева И.М.*

В настоящее время в городе Нерюнгри очень остро стоит проблема ветхого жилья. Какие-то здания уже не подлежат восстановлению или разрушены в результате пожаров и идут под снос, но какие-то вполне можно реконструировать. На рисунке показаны несуществующие и ветхие жилые дома в районе улиц Сосновая и Лужников. И нередко вместо нового строительства целесообразно произвести реконструкцию существующего здания. А использование существующих фундаментов и инженерных коммуникаций позволит сократить затраты как на стоимость здания, так и сроки строительства.

Цель исследовательской работы заключается в изучении конструкции ЛСТК и возможности применения их в южных районах Якутии. ЛСТК - "легкие стальные тонкостенные конструкции".

Каркас сооружения и стропильная система изготавливаются из обычного металлического профиля и термопрофиля. С внутренней и внешней стороны конструкции каркаса обшиты листовыми материалами. В качестве фасадной отделки могут быть использованы сайдинг, металлокассеты, оштукатуренные и окрашенные листовые материалы, искусственный камень, кирпич и другие современные материалы. Крепление легких стальных тонкостенных конструкций может быть осуществлено с помощью резьбовых соединений (шурупов, самосверлящих или нарезающих винтов), закладной или штамповочной клепки и болтов.

Для реконструкции старых застроек города идеально подойдут легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Технология ЛСТК можно использовать как в строительстве малоэтажных зданий и сооружений, так и при реконструкции зданий (в том числе ослабленных), в устройстве внутренних и наружных несущих и ненесущих стен, кровельных систем, перекрытий, в качестве надстроек, пристроек, в мансардном строительстве, при утеплении и обновлении кровельных покрытий и фасадов зданий. Лёгкие стальные тонкостенные конструкции состоят из оцинкованных профилей и термопрофилей: направляющих, стоечных и перемычек. Утеплителем служит высококачественный современный утеплитель на основе каменного (базальтового) волокна (рис. 1).

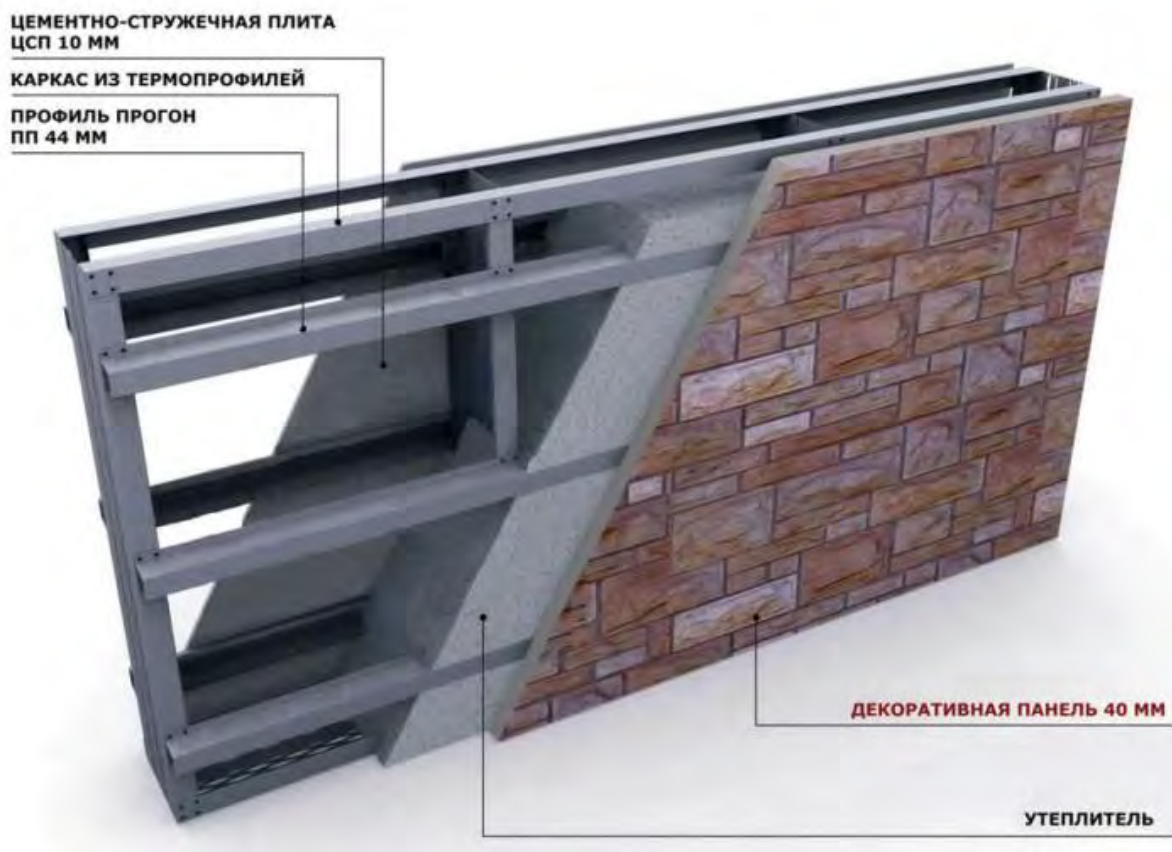


Рис. 1. Состав ЛСТК

Преимущества лёгких стальных тонкостенных конструкций достаточно широки. К ним можно отнести:

- при возведении здания из ЛСТК происходит минимальное воздействие на окружающий ландшафт (деревья, кустарники, другие здания);
- коробка здания под финишную отделку выполняется за 1—2 месяца при обшивке и утеплении собранного каркаса, что актуально для Нерюнгри;
- лёгкость и простота монтажа;
- отсутствие тяжёлой техники при строительстве;
- сейсмоустойчивость: строительство домов по технологии ЛСТК приобрело широкую популярность в Японии и других странах с высокой сейсмической активностью;
- очень высокие характеристики теплосбережения;
- высокий срок службы: срок службы дома из ЛСТК составляет от 70 до 100 и более лет.

Себестоимость таких домов низкая. Небольшие (до 100 м<sup>2</sup>) одноэтажные дома из заводских панелей могут собираться за 3-5 дней. Стоимость строительства составит 16 000 – 18 000 руб. за 1 м<sup>2</sup>. Стоимость стройматериалов – 11-12 тыс. рублей за 1 м<sup>2</sup>. При этом стоимость самого ЛСТК – металлокаркаса не превышает 3-3,5 тыс. рублей за 1 кв. м.

Использование технологии возведения жилых зданий на основе ЛСТК позволит в кратчайшие сроки возводить на месте ранее существующих деревянных домов новые, прочные. При этом, используя ранее проложенные инженерные коммуникации водопровода, канализации и электрические сети, дороги, сохраняя окружающую природу.

Подтверждением практической значимости исследования является обсуждение в формате «круглого стола» в Госсобрании Республики Саха (Якутия) (Ил Тумэн) 4 марта 2014 года, где обсуждался опыт и перспективы строительства быстровозводимых объектов в республике [4].

Так, предприятие ООО «Адгезия-металлоконструкции» проводило в мае 2013 года совместно с инженерно-техническим институтом Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки. Были проведены испытания экспериментальной фермы с пролётом 15 метров из профилей ООО «Адгезия-металлоконструкции». По полученным результатам разработаны рекомендации по проектированию малоэлементных ферм. Сейчас предприятие работает над разработкой состава ЛСТК, вида стеновой панели из профилей ООО «Адгезия-металлоконструкции», отвечающей климатическим требованиям районов Крайнего Севера.

На основе данных, полученных при сравнении вариантов 16-квартирного жилого дома из ЛСТК и камня для посёлка Андрюшкино Нижнеколымского района, было отмечено, что вес здания сократился в 26,6 раз, сроки строительства в 4-6 раз, транспортные расходы – в 5,27 раза, общая стоимость здания – в 1,18 раза [5].

Ключи от квартир в новом доме, построенном по новой технологии из легких стальных тонкостенных конструкций, 13.08.2014 года получили жители городского округа Жатай, в пригороде города Якутска. 44-квартирный жилой дом построен в рамках программы переселения граждан из ветхого и аварийного жилья [5].

В Якутии технология строительства из ЛСТК проверена морозами на Крайнем Севере. Аналогичное жилье было построено в заполярных районах, самый дальний - в селе Андрюшкино Нижнеколымского улуса.

Таким образом, технологию строительства из ЛСТК возможно применять в южных районах Якутии, а, конкретно для реконструкции и восстановления ветхих жилых домов в городе Нерюнгри.

#### Список литературы:

1. Айрумян Э.Л. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутых стальных оцинкованных профилей производства ООО «БалтПрофиль» / Э.Л. Айрумян. — М.: ЦНИИСК им. Мельникова, 2004. - 69 с.

2. Брудка Я., Лубиньски М. Легкие стальные конструкции. Изд. 2-е, доп. Пер. с польск. / Под ред. С. С. Кармилова. — М., Стройиздат, 1974. —342 с.

#### Интернет-ресурсы:

3. Технология строительства зданий из ЛСТК. <http://www.lstk-stanki.ru/lstk-technology>.

4. <http://iltumen.ru/node/>.

5. [http://skatr.ru/main\\_news/stroitelstvo-domov-iz-legkikh-stalnykh-tonkostennykh-konstruktsii-nabiraet-oboroty-v-yakutii](http://skatr.ru/main_news/stroitelstvo-domov-iz-legkikh-stalnykh-tonkostennykh-konstruktsii-nabiraet-oboroty-v-yakutii).

## Строительный мусор: его влияние на экологию города Якутска

*Рачковская Н.О., Апросимов Д.А., студенты,  
Юст Н.А., к.с.-х.н., доцент,  
Шелковкина Н.С., к.с.-х.н., доцент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: yustnatal@mail.ru, shns@mail.ru*

В настоящее время, когда активно идет развитие строительства жилых и общественных зданий, проблема строительного мусора и несанкционированных свалок, становится все актуальней. Крупные города и небольшие поселки имеют свалки ТБО (твердыми бытовыми отходами). Наш город Якутск относится именно к таким городам. Мы думаем, что проблема, связанная с образованием незаконных свалок на территории города и утилизацией ТБО, назрела давно. Поэтому решились проводить исследование на тему: «Строительный мусор: его влияние на экологию города Якутска».

При строительстве и проведении ремонтных работ на территории города Якутска образуются, так называемые, строительные отходы (строительный мусор), которые состоят из мелкой пыли, остатков строительных и отделочных материалов, битого кирпича и плитки, кусков бетона и гипсокартона, обломков древесины и металлических конструкций. Строительный мусор опасен тем, что способен нанести вред здоровью человека и балансу экологической системы. Это влияние обусловлено еще и тем, что сроки разложения большинства строительных материалов, попадающих в отходы, очень велики. Так, обломки кирпича имеют срок разложения до 100 лет, доски со стройки - до 10 лет.

По закону, строительные отходы утилизируются отдельно от бытовых, и вывозятся только специально оборудованным транспортом, не допускающим потери при перевозке и попадания в воздух, сточные воды и грунт. [2, стр. 65]

Все отходы по их влиянию на биосферу делятся на 5 классов опасности: нейтральные, инертные; слабо опасные; умеренно опасные; высоко опасные; чрезвычайно опасные.

Такая характеристика отходов по нарастанию опасности применима во многих областях. Каждая следующая категория требует больше внимания и осторожности при транспортировке и утилизации.

При ликвидации отходов строительства встречаются все пять категорий.

В частности, к 1 или 2 классу относят строительный мусор (кроме лаков и красок), к 4-5 - мелкие дисперсные взвеси, которые в дыхательных путях человека могут нанести тяжелый и даже непоправимый вред. Исходя из этого ясно, что строительная пыль должна ликвидироваться с особой тщательностью.

Остатки деревянных материалов для их сохранности и повышения срока службы пропитывают химическими составами, что может повлечь при утилизации выделение опасных веществ.

Лаки и краски относят отходам 4 класса, поскольку содержащиеся в них токсины опасны для большинства животных и человека. Неполная или несвоевременная их утилизация наносит непоправимый вред экологии. Если же меры безопасности были нарушены, восстановление экосистемы может занять более 30 лет.

В целом строительное производство оказывает негативное воздействие на природные комплексы в городе Якутск. В районах строительства, особенно промышленно-

го, наблюдается высокий уровень загрязнения воздуха, воды, почвы. Это происходит на всех стадиях строительства: при проведении проектно-изыскательских работ, при строительстве дорог и карьеров, непосредственно при выполнении работ на строительной площадке.

Основными источниками загрязнений при строительных работах являются: буровзрывные работы, устройство котлованов и траншей, применение гидравлического способа разработки грунта, вырубка леса и кустарника, выжигание почвы кострами, карьерные разработки, повреждения почвенного слоя и смыв загрязнений со строительной площадки, образование свалок строительного мусора, выбросы автотранспорта и другие механизмы, действующие в зоне строительства. [3]

Воздействия строительного производства на окружающую среду могут быть прямыми и косвенными. Например, непосредственно при производстве строительных работ происходит уничтожение экосистем на территории стройплощадки, загрязнение строительными отходами почв, поверхностных и подземных вод. Косвенное загрязнение происходит, например, через выбор строительных материалов и их использование. Так, негативные воздействия на природную среду происходят уже при добыче сырья для строительных материалов, их производстве, транспортировке и т.д.

Нами отмечено, что при организации строительных площадок происходит образование строительного мусора и выезд загрязненного автотранспорта; загрязнение поверхностных стоков; эрозия почвы; изменение ландшафта и т.д. При сварочных, изоляционных, кровельных и отделочных работах увеличиваются выбросы в окружающую среду вредных веществ (газов, пыли и т.д.). Каменные и бетонные работы - образование отходов и возможность запыления воздуха. Транспортные, погрузочно-разгрузочные работы, работа компрессоров, отбойных молотков и др. строительного оборудования усиливают загрязнение атмосферного воздуха, почвы, грунтовых вод, шумовое загрязнение и пр.

Для предотвращения образования свалок строительного мусора сегодня предложена экологическая концепция утилизации отходов на строительных площадках в условиях города Якутск, базирующаяся на принципах «устойчивого строительства». Она предусматривает систему альтернативных вариантов переработки строительных отходов. Сортировка отходов на стройке способствует их повторному использованию.

В последнее время темпы строительства в столице Республики Саха очень быстро растут, уменьшается количество свободных площадей. В связи с этим многие ветхие и старые здания подлежат сносу, для освобождения площадей под строительство новых объектов. Одновременно возникает вопрос решения проблемы со строительными отходами, полученными в ходе демонтажа зданий. В недавнем прошлом строительные объекты, которые признались непригодными для использования уничтожали следующим образом – их взрывали, а затем остатки вывозились. После чего появлялся огромный завал из бетона, металла, стекла. Для разборки данных завалов использовались самосвалы, перевозившие мусор для дальнейшей утилизации в отведенные для этого места. В связи с возрастающими темпами строительства и сносом ветхих зданий, вывоз мусора становится проблемой. Помимо того факта, что сегодня существующие свалки заполнены на 90%, их наличие негативно воздействует на окружающую среду. [4]

Кроме того, это является не рациональным действием, так как его можно переработать и тем самым избежать загрязнений окружающей среды. Переработка строительного мусора в ближайшем будущем окончательно станет неотъемлемым этапом процесса осуществления демонтажа любых зданий. [1, стр. 84]

После соответствующей переработки строительного мусора новую «жизнь» обретают многие материалы — это и древесина, и железобетонный лом, и пластик, и стекло, также кирпичный бой и многие другие материалы. Экономия при переработке строительных отходов достигается исключением расходов на погрузку, транспортировку и разгрузку строительных отходов с места их текущего расположения. Также исключаются расходы за место на полигоне под захоронение строительных отходов.

Так такие отходы как каменные материалы, железобетон, дерево, металлы, стекло возможно повторно использовать как без переработки, так и с применением способов переработки. Такие материалы синтетические, химические отходы, бумага, картон, остатки тары, упаковки и т.д. возможно повторно использовать после их переработки.

Вывоз строительных отходов на утилизацию значительно сокращает мусорные свалки, которые пагубно сказываются на состоянии экосистемы. Применение вторичных строительных материалов позволяет экономить на энергетических затратах и первичных материалах.

Таким образом, считаем, что быстрый вывоз строительного мусора с территории города Якутска позволит обеспечить для городского населения экологическую безопасность в период строительства. Так же проектирование бункеров-накопителей или организация специальной площадки для сбора мусора, транспортировка мусора при помощи закрытых лотков; вывоз мусора и лишнего грунта в места, определенные компанией. Организация очистки производственных и бытовых стоков; предотвращение «излива» подземных вод при буровых работах и их загрязнения при работах по искусственному закреплению слабых грунтов. Предупреждение от размыва при выпуске воды со стройплощадки; организация срезки и складирования почвенного слоя; правильная планировка временных автодорог и подъездных путей. Перенос и сохранение редких деревьев; обеспечение переселения животного мира за пределы стройплощадки и пр.

#### Список литературы:

1. Князева В.П. Экология. Основы реставрации. М., 2005.
2. Немчинов М.В., Коганзон М.С., Силкин В.В. и др. Экологические проблемы строительства и эксплуатации жилых домов / Часть I, II. – Алматы: Казгосинти, 1993.
3. Интернет ресурс: <http://art-con.ru/node/1015>
4. Интернет ресурс: [chem21.info/info/1452540/](http://chem21.info/info/1452540/)

#### **Силовой расчет редуктора с модифицированным профилем зуба**

*Степанова Д.Л., аспирант,  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск  
E-mail: [dasami2@mail.ru](mailto:dasami2@mail.ru)*

*Научный руководитель:  
д.т.н., профессор Крауиньш П.Я.*

Важнейшими задачами для развития машиностроения является – создание новых образцов высокопроизводительного оборудования. Их качество зависит от качества проектирования элементов трансмиссий машин – зубчатых передач.

Редуктор с модифицированным профилем зуба обладает высоким передаточным числом, небольшими габаритами и весом. Передаточное число нашей передачи в 12 раз больше чем у редукторов на основе эвольвентного зацепления. При этом вес передачи в 8 раз меньше.

На рис.1 представлена кинематика движения редуктора с модифицированным профилем зуба. Шестерня  $z_1$  напрессована на подшипник, а сам подшипник на эксцентриковый вал. Шестерня также установлена на трех неподвижных пальцах с диаметральным зазором, равным  $2e$ . Число зубьев  $z_1$  шестерни меньше числа зубьев  $z_2$  колеса, происходит редуцирование движения колеса по отношению к входному эксцентриковому валу. Само колесо центрируется по направляющим.

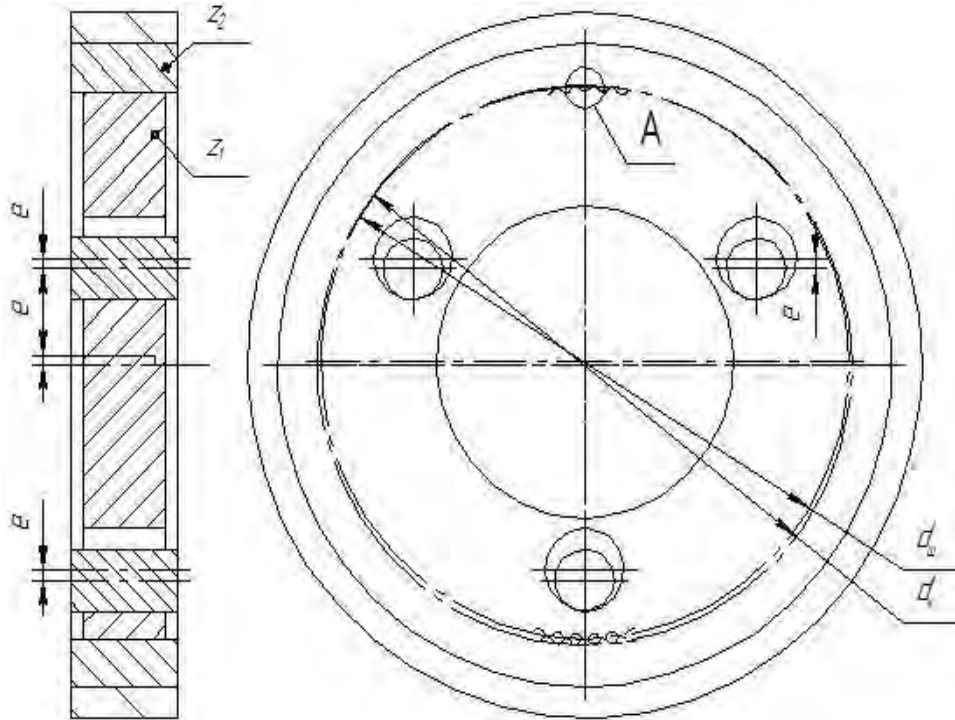


Рис. 1. Редуктор с модифицированным профилем зуба

Передаточное число данной передачи будет выражаться формулой (1), где значение числа зубьев шестерни  $z_1=89$ , а колеса  $z_2=90$ .

$$i = \frac{z_2}{z_2 - z_1} = \frac{90}{90 - 89} = 90; \quad (1)$$

Особенностью данного редуктора является модифицированный профиль зубьев колеса и шестерни (рис.1). Профиль зуба колеса представляет собой выступающий полуцилиндр радиусом  $r$ , а профиль зуба шестерни полуцилиндрическую выемку с таким же радиусом. Именно такой профиль обеспечивает большую площадь контакта, по сравнению с эвольвентным зацеплением, что обеспечивает высокую нагрузочную способность. Именно такая форма профиля зубьев колеса обеспечивает возможность создания передачи, у которой разница зубьев колеса и шестерни в один зуб. Это является следующей характерной особенностью кинематического волнового редуктора с модифицированной формой зуба, разность между числом зубьев колеса и шестерни в один зуб. Именно такая разность позволяет получить высокое значение нагрузочной способности, т.к. нагрузку воспринимает не один зуб, а ряд зубьев.

Для проведения силового анализа кинематического волнового редуктора с модифицированным профилем зуба проведем исследование в среде Solid Works. Колесо



сделали неподвижным звеном, в свою очередь шестерню поворачивали на угол 0,3 мин. При значениях угла поворота меньше 1,2 мин отсутствует касание (красная зона рис. 2), т.е. шестерня проходит путь равный значению люфта. Чем выше значение угла поворота, тем больше площадь контакта, тем больше интерференция колеса и шестерни (рис. 2 красная зона).

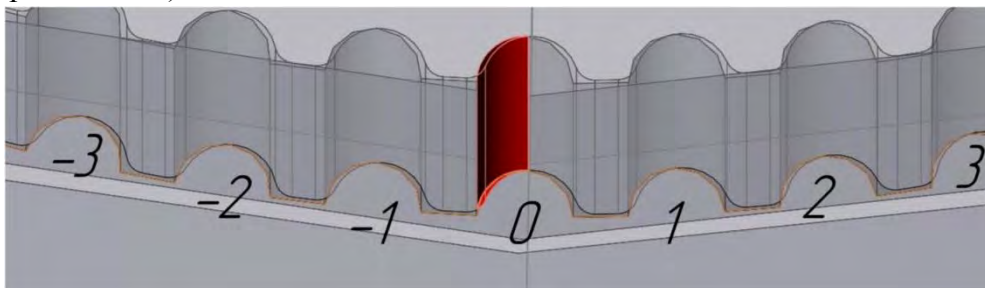


Рис. 2. Картина зацепления

Основываясь на табличных данных, построим объемный график (рис. 3) зависимости угла поворота колеса от объема интерференции в проекции на каждый задействованный зуб. Как видно из полученного графика максимальное значение интерференции приходится на зуб № 0, значит, что нагрузку которая, может вызвать такой объем интерференции, больше всех воспринимает зуб № 0, т.е. именно этот зуб больше всего нагружен. Как видно из зависимости (рис. 3) соседние зубья (зуб №1, 2, 3, -1, -2, -3 (нумерация зубьев см. рис.2)) делят эту нагрузку между собой, при этом нагрузка воспринимается симметрично относительно зуба №0. В случае поворота шестерни в противоположную сторону, картина нагрузки остается подобной.

С помощью полученной интерференции можно определить величину удельной деформации зуба. Зная величину удельной деформации зуба, можно определить усилия, необходимые для этой деформации. Но при этом необходимо учитывать предел допускаемых напряжений, чтобы предотвратить необратимые деформации (срез, смятие) зуба.

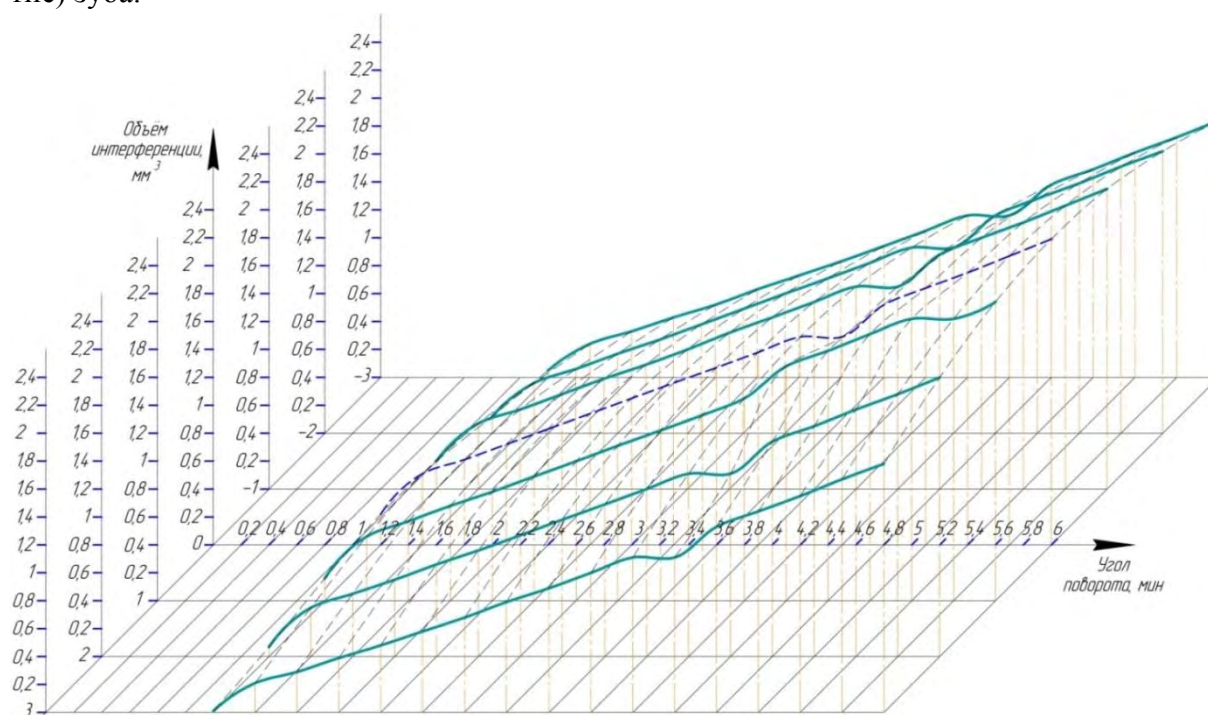


Рис. 3. Зависимость объема интерференции от угла поворота

Величина относительной деформации вычислим по следующей формуле (2):

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{W}; \quad (2)$$

Объем деформации определим из эксперимента. Для вычисления напряжений существует два пути: если известны внешние силы, то вычисляется по формуле (3) :

$$\sigma = \frac{P}{F}; \quad (3)$$

Если же внешние силы неизвестны, но известна удельная деформация, то напряжение определяется формулой (4):

$$\sigma = \varepsilon \cdot E; \quad (4)$$

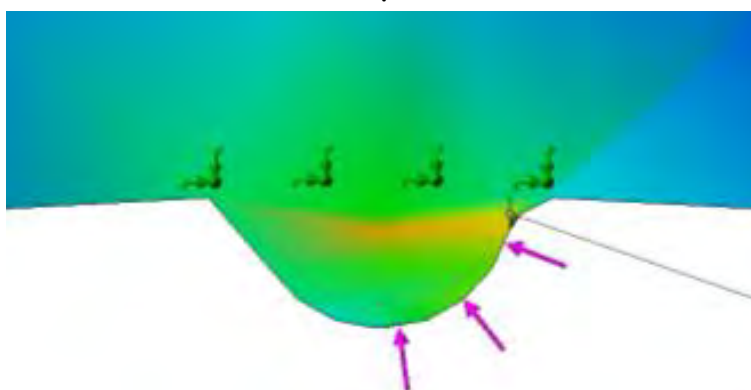


Рис. 4. Направление нагрузки и эпюра напряжений

Чтобы определить относительную деформацию, необходимо определить характерный объем. Для этого необходимо провести исследование, суть заключается в следующем: в среде Solid Works создадим колесо с одним зубом. На поверхность зуба симметрируем нагрузку (рис. 4), которую воспринимает зуб при редуцировании движения. Нагрузку будет воспринимать половина зуба, поэтому к ней приложим нагрузку (розовые стрелки рис. 4). При этом закрепим колесо, так как это оговорено в конструкции (колеса с двух сторон являются направляющими - крышками) (зеленые стрелки рис. 4). Определим показания напряжений

На диаграмме эпюр напряжений (рис. 4) видно, что приложенную нагрузку воспринимает весь зуб и часть колеса (на рис. 4 Светло зеленая зона). При этом в сумме этот объем представляет собой цилиндр. Сравним как выглядит эта ситуация при различных нагрузках.

С помощью функции Solid Works зондирование определим границы зоны, воспринимающей нагрузку. Выделим на одной из эпюр напряжения искомую зону (рис. 5).

Значения характерного объема (размера) будет получаться из суммы двух площадей: площадь зуба и площадь зон колеса (рис. 5 светло-зеленая зона), воспринимающей нагрузку, и умноженного на ширину венца колеса.

Зная значение удельной деформации, рассчитаем значения напряжений, возникающих в зонах деформации. Зная площадь, не составит труда определить силу вызывающую деформацию. При использовании материала колеса и шестерни Сталь 40Х, при твердости поверхности НВ, не более 217, максимально допустимая нагрузка составляет 2,12 т.

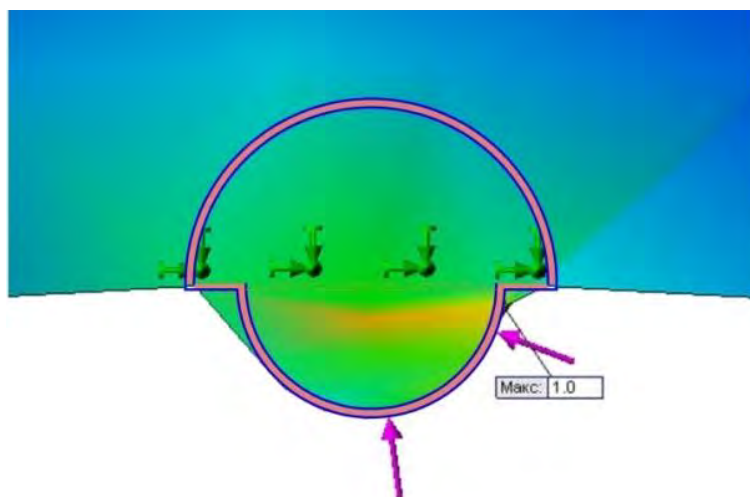


Рис. 5. Характерный объём

Список литературы:

1. <http://www.psu.by/images/stories/msf/personal/shumov/Lecture-tmm.pdf#6>
2. <http://www.ec-gearing.ru/>
3. Краснощеков Н.Н., Федякин Р.В., Чесноков В.А. Теория зацепления Новикова. М.: Наука, 1976 – 175
4. <http://smc.tomsk.ru/ru/2/>
5. Орлов П.И. Основы конструирования. В 2 томах. Издательство: М.: Машиностроение; Издание 3-е, испр. 1988 г. – 560 с.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т.1.- М.: Машиностроение, 2001.-920 с.
7. Планетарные передачи. Справочник. Под ред. докторов техн. наук В.Н. Кудрявцева и Ю.Н.Кудряшева. Л.: Машиностроение, 1977 г. – 536 с.

**Использование нанобетона в северных климатических условиях**

*Терехина Е.С., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: terehinaekaterina@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Шимко А.В.*

В строительстве используется множество различных видов бетона. Бетон состоит из вяжущего вещества, заполнителя и воды. Чаще всего для улучшения свойств бетонной смеси в нее добавляют пластифицирующие добавки. Эти добавки повышают прочность бетона, срок его эксплуатации, повышают морозо- и жаростойкость, а также устойчивость к воздействиям агрессивных сред. При добавлении пластификаторов органического и неорганического происхождения сокращается количество воды в растворе и увеличивается подвижность бетонной смеси, то есть она становится более вязкой.

Итак, что же такое нанобетон и чем он отличается от обычного бетона?

Всем известно, что нанотехнологии основаны на применении микроскопических частиц. Нанобетон практически не отличается от обычных бетонных смесей. В его со-

став так же входят наполнитель, вода и минеральное вяжущее вещество. Отличие нанобетона в том, что в качестве пластификаторов в него вносят наноинициаторы (наномодификаторы). Наноинициаторы так же имеют в своем составе микроскопические полые углеводородные полимерные трубки. Несмотря на свои малые размеры (диаметр несколько единиц микрон), нанотрубки отличаются высокой прочностью (больше ста гигапаскалей), что придает раствору высокие эксплуатационные качества [2].

Очень важным преимуществом нанобетона является его невосприимчивость к щелочам и кислотам. Когда наноинициаторы взаимодействуют с цементом, они кристаллизуются, армируя бетон и на молекулярном уровне изменяют его структуру. Кроме того нанобетон устойчив к высоким температурам и сохраняет свои характеристики даже при температуре до 800°C (почти вдвое больше, чем обычный). Использование в бетоне наноинициаторов улучшает физико-механические свойства материала, повышая морозоустойчивость на 50%, прочность на 150%, и вероятность появления трещин снижается в три раза. Нанотрубки, находящиеся в структуре облицовочных плиток из нанобетона, выделяют под воздействием кислорода атомарный кислород, имеющий бактерицидные свойства.

Вес строительных конструкций, выполненных из нанобетона почти в шесть раз ниже, чем у строительных конструкций, выполненных из обычного бетона. Это объясняется тем, что изменение физической структуры нанобетона существенно снижает потребность вяжущего составляющего в воде и тем, что внутреннее молекулярное армирование снижает потребность в армировании бетонной конструкции [3].

Так как готовые сооружения из нанобетона имеют меньший вес, чем конструкции из обычного бетона, для них не требуется мощный фундамент, что позволяет сократить стоимость строительства и трудозатраты.

Наноинициаторы повышают сцепление бетона с металлом, при этом они воздействуют на молекулярном уровне даже со слоями, подвергшимися коррозии.

Еще одним положительным моментом является тот факт, что небольшие изъяны, микротрещины и следы коррозии на таких элементах заполняются нанобетоном, что обеспечивает зданию долгие сроки эксплуатации.

Первые успешные результаты при разработке нанобетона были получены в 1993 году питерским разработчиком Андреем Пономаревым и группой ученых из других городов. Сейчас в работе над созданием новых строительных материалов на основе нанотехнологий задействованы «Наноцентр» МЭИ, ООО «Нанотроника» из Москвы, НПО «Синтетика-Строй» из Новочеркасска и НТЦ «Прикладные технологии» из Санкт-Петербурга. На данный момент в проекте выделились два направления – создание новых материалов для реконструкции старых сооружений и для строительства новых зданий.

На Западе тоже занимаются разработкой нанотехнологий и созданием на их основе строительных материалов. Но, как рассказывает Владимир Мороз, председатель совета директоров НПО «Синтетика-Строй» и один из разработчиков нанобетона, только наши материалы при нанесении на железобетонную конструкцию (речь идет о реконструкции) заполняют все микропоры и микротрещины и полимеризуются, восстанавливая ее прочность.

Нанобетон, разработанный российскими учеными, может вступать в реакцию с коррозионным слоем проржавевшей арматуры и восстанавливать ее сцепление с бетоном. Так же немаловажным преимуществом нанобетона, разработанного российскими учеными, является более низкая стоимость, по сравнению с зарубежными аналогами.

Для получения новых свойств материала, в состав бетона могут добавляться наночастицы оксида кремния, поликарбоксилата, диоксида титана, углеродные нанотрубки и фуллерены. Сейчас в России успешно развивается производство бетона с добавками базальтового фиброволокна и углеродными нанокластерами [4].

Класс нанобетонов включает несколько категорий:

1. Легкие пенобетоны. Они рекомендованы для использования в строительстве небольших частных домов, подсобных помещений, для возведения перегородок между комнатами и других не несущих конструкций.

2. Нанобетоны средней плотности. Их применяют в строительстве объектов, к которым выдвигаются требования повышенной прочности (мосты, дорожные и аэродромные покрытия и т.п.).

3. Нанобетоны сверхвысокой прочности. Они подходят для строительства несущих конструкций в жилых домах, в коммерческих зданиях, в сооружениях промышленного сельскохозяйственного назначения (обустройство лифтовых шахт, изготовление балок, ферм и др.), там, где необходима высокая прочность.

Более детально рассмотрим характеристики бетона наноструктурированного легкого:

- Плотность – 1,2-1,6 т/м<sup>3</sup>;
- Прочность на изгиб – 4-8 МПа;
- Прочность на сжатие – 30-60 МПа;
- Водонепроницаемость – W20;
- Водопоглощение – не более 0,4%;
- Теплопроводность – менее 0,2-0,4 Вт/(м\*К);
- Морозостойкость – F300-F350;
- Огнестойкость – более 780°С.

Нанобетон рекомендуется использовать при строительстве железобетонных конструкций от 74 м и при возведении объектов с повышенными требованиями к пожаробезопасности и сейсмоустойчивости. Благодаря плотной легкой однородной структуре, нанобетон не нуждается в гидроизоляции, а высокая прочность материала позволяет уменьшить объемы укладки бетона на 30%.

Эксперты считают, что при разработке новых строительных материалов на основе нанотехнологий стоит уделить больше внимания не повышению прочности бетона, которая и так достаточно высока, а регулированию других параметров, например, долговечности. Минеральные вяжущие вещества, в частности портландцемент, имеют довольно ограниченный срок годности. По истечении срока годности или при небольших отклонениях от стандартов хранения портландцемент становится непригодным для дальнейшего применения. Увеличить срок хранения сухого бетона или других строительных смесей можно с применением нанотехнологий [1]

Аналитики строительного рынка подсчитали, что при массовом производстве в России нанобетонов конечная стоимость новой продукции по сравнению с обычными бетонами будет выше на 10-20%. Но по своим потребительским свойствам новые материалы будут превосходить обычный бетон в 4-6 раз.

Новые бетоны (пат. 2196731, 2233254 и др.) уже использовались для разных целей – например, при реставрации Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге для защитной его облицовки. В сыром питерском климате очень часто приходится ремонтировать и даже реставрировать ценнейшие его дворцы и соборы. Новая облицовка простоят десятилетия, утверждает Андрей Геннадиевич. Нанобетоны могут быть и тяжелыми, например, для изготовления защитных сооружений: они гораздо прочнее и

надежнее материалов, из которых такие сооружения изготавливаются сегодня, в частности благодаря тому, что удалось создать их структуру предварительно напряженной [2,4].

Список литературы:

1. Бадьин Г.М., Сычев С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. – БВХ-Петербург, 2013
2. Беккер А.Т., Макарова Н.В. К вопросу о развитии нанотехнологий производства строительных композитов в условиях рынка дальневосточного региона России. – Вестнику ДальГТУ №1(3), 2010
3. Ваучский М.Н. Нанобетон: мифы и реальность: статья. – «СтройПРОФИль», 2010.
4. Кузьмина В.П. Перспективы применения нанотехнологий в строительстве.
5. Патрикеев Л. Нанобетоны: статья. – Наноиндустрия. Выпуск №2/2008.

**Применение добавки ПФМ-НЛК с целью получения бетона высокой морозостойкости**

*Шимко А.В., старший преподаватель,  
Юст Н.А., доцент,  
Шелковкина Н.С., доцент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: alex\_shimko@rambler.ru*

Впервые рекомендации по применению данной добавки были разработаны специалистами ЯПНИИС, ГУП НИИЖБ в 80-х годах прошлого века.

По своим потребительским свойствам добавка полифункциональный модификатор бетона «ПФМ-НЛК» по ТУ 2493-010-04786546-2001 от 01.06.2001 года, соответствует требованиям ГОСТ 24211 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия». Относится к виду пластифицирующих — водоредуцирующих добавок, повышающих прочность, удобоукладываемость и морозостойкость.

Представляет собой смесь компонентов, подобранных в оптимальных соотношениях: суперпластификатора С-3 («ПОЛИПЛАСТ СП-1»), лигносульфоната технического (ЛСТ), гидрофобизирующей кремнийорганической жидкости ГКЖ-10(11).

Добавка «ПФМ-НЛК» предназначена для использования в тяжелых бетонах с целью получения бетона высокой морозостойкости из подвижных или литых смесей. Добавку рекомендуется применять при производстве ненапрягаемых и предварительно напряженных сборных и монолитных бетонных и железобетонных изделий и конструкций в зданиях и сооружениях различного назначения: промышленных, гражданских, гидротехнических, мостовых, дорожных и аэродромных, эксплуатирующихся в сложных условиях внешней среды (циклические увлажнение и высушивание, замораживание и оттаивание и т.п.).

Водоредуцирование бетонных смесей (снижение водоцементного отношения) рекомендуется применять в железобетонных конструкциях, к которым предъявляются высокие требования по прочности, водонепроницаемости, морозостойкости, сопротивлению коррозионным воздействиям и др.

Добавка «ПФМ-НЛК» не обладает коррозионной активностью по отношению к стальной арматуре в бетоне.

### **Обоснование применения добавки «ПФМ-НЛК»**

Целесообразность применения добавки «ПФМ-НЛК» определяется достижением различных технологических показателей эффективности при производстве железобетонных изделий и конструкций, возведении сооружений, а также показателей экономической эффективности при их производстве и эксплуатации.

Применение ПФМ-ИЛК в технологии бетона по сравнению с бетоном без добавок обеспечивает:

- получение заданной подвижности бетонных смесей с меньшим расходом воды;
- улучшение технологических свойств бетонной смеси (удобоукладываемости, однородности, нерасслаиваемости);
- повышенную сохраняемость бетонной смеси (увеличивается время сохранения исходной подвижности);
- повышение прочности и понижение проницаемости за счет снижения расхода воды;
- повышение морозостойкости в 2-4 раза без увеличения расхода цемента.
- Применение бетонных смесей с ПФМ-НЛК позволяет:
- снизить интенсивность и продолжительность вибрационного уплотнения смеси
- повысить долговечность бетонных и железобетонных конструкций: увеличить срок их службы и снизить затраты на ремонт.
- обеспечить возможность получения бетонов повышенных марок по прочности и морозостойкости на материалах различного качества.

Повышение качества бетона может быть достигнуто путем:

- уменьшения открытой пористости бетона и повышения водонепроницаемости;
- создания системы условно замкнутых пор в бетоне.

Первое условие может быть реализовано за счет существенного снижения количества воды затворения бетонной смеси при сохранении ее подвижности.

Второе условие может быть реализовано путем усиления эффекта вовлечения воздуха в бетонную смесь, позволяющего увеличить количество воздушных пузырьков размером до 100 мк, равномерно распределенных в объеме, сохраняющихся в процессе транспортирования, укладки и виброуплотнения бетонной смеси.

Существенное снижение объема воды затворения достигается применением высокоэффективных пластифицирующих добавок (суперпластификаторов).

Создание системы условно замкнутых пор требуемого размера достигается использованием специальных воздухововлекающих добавок.

Для получения бетонов с указанными свойствами рекомендуется применение специально разработанного высокоэффективного полифункционального модификатора бетона ПФМ-НЛК (ТУ 2493-010-04786546-2001).

### **Проектирование и подбор состава бетона с добавкой «ПФМ-НЛК»**

Подбор состава бетона с добавкой «ПФМ-НЛК» заключается в корректировке рабочего состава бетона без добавки с учетом целей применения добавки.

Опытные замесы бетона с добавкой «ПФМ-НЛК» должны приготавливаться на тех же заполнителях и цементе, которые приняты при расчете состава бетона без добавки.

Подбор состава бетона следует производить в соответствии с ГОСТ 27006 любым общепринятым методом, удовлетворяющим требованиям проекта по прочности,

подвижности или жесткости смеси, или другим показателям, с последующей его корректировкой и назначением оптимального количества добавки.

Подбор состава бетона с добавкой «ПФМ-НЛК» следует проводить в лабораторных условиях на сухих заполнителях, при этом следует учитывать воду, входящую в состав добавки.

При подборе состава бетона с добавкой «ПФМ-НЛК» следует назначать оптимальную дозировку песка, учитывая два противоположно действующих фактора: песок с низким модулем крупности обладает повышенной водопотребностью, вследствие чего необходимо снижать его расход; однако, при низких расходах песка снижается воздухоудерживающая способность бетонной смеси, что требует увеличения расхода песка. Оптимальное содержание песка устанавливается при подборе состава бетона.

#### **Приготовление водного раствора добавки «ПФМ-НЛК».**

Добавка «ПФМ-НЛК» вводится в бетонную смесь в виде водного раствора рабочей концентрации.

В производственных условиях приготавливают водный раствор рабочей концентрации из сухой формы поставляемой добавки. Рабочая концентрация выбирается потребителем, исходя из требований технологии, условий применения и удобства в использовании.

Готовить раствор добавки желательно при положительной температуре окружающей среды в тщательно очищенных и промытых емкостях, защищенных от попадания осадков. Растворение следует производить при перемешивании до получения однородного продукта. После длительного хранения раствор добавки перед применением рекомендуется перемешать.



Рис. 1. ПФМ-НЛК

- Для лучшего растворения следует дозировать добавку в воду при интенсивном перемешивании;
- Растворение происходит быстрее, если температура воды 30°C–90°C;
- Плотность приготовления раствора необходимо определять при температуре 20°C ± 2°C;
- При определении плотности в других температурных интервалах следует принимать во внимание, что
- Изменение температуры раствора приводит к изменению плотности и, следовательно, необходимо привести данную плотность к плотности при температуре 20°C;
- Промежуточные значения концентрации раствора определяются методом линейной интерполяции.

#### **Дозирование добавки «ПФМ-НЛК»**

Рекомендуемая дозировка добавки «ПФМ-НЛК» составляет 0,6-0,8% от массы цемента в пересчете на сухое вещество. При этом должно быть снижено количество воды затворения на 15-25% при сохранении заданной подвижности бетонной смеси или повышенной подвижности бетонной смеси при условии назначения водоцементного отношения не более 0,43.

Введение добавки «ПФМ-НЛК» в состав бетонной смеси рекомендуется производить:

- вместе с расчетным (на замес) количеством воды затворения;
- в предварительно перемешанную бетонную смесь с частью (10 - 20%) воды затворения за 1-2 минуты до окончания перемешивания.



Второй способ позволяет получить больший пластифицирующий эффект.

Введение добавки «ПФМ-НЛК» в порошкообразном виде в состав бетонной смеси осуществляется совместно с сухими составляющими с обеспечением их тщательного перемешивания.

При производстве бетона следует обеспечивать равномерность распределения добавки в соответствии с нормативными требованиями.

Добавка в форме порошка должна храниться в неповрежденной упаковке изготовителя на поддонах в закрытых складских помещениях.

Гарантийный срок хранения добавки «ПФМ-НЛК» – 1 год.

По истечению гарантийного срока добавка «ПФМ-НЛК» должна быть испытана по всем нормируемым показателям качества и, в случае соответствия требованиям действующих ТУ, может быть использована в производстве.

#### **Меры безопасности при работе с добавкой «ПФМ-НЛК».**

Добавка «ПФМ-НЛК» является веществом умеренно опасным и относится к 3-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007. При хранении не выделяет вредных веществ или паров. Водные растворы модификатора пожаро- и взрывобезопасны. Введение добавки в бетонную смесь не изменяет токсиколого-гигиенических характеристик бетона. Затвердевший бетон с добавкой в воздушную среду токсичных веществ не выделяет.

В помещении, где проводятся работы с порошкообразной добавкой «ПФМ-НЛК», не рекомендуется пользоваться открытым огнем, в том числе не рекомендуется производить электросварочные работы.

Добавка «ПФМ-НЛК» может оказывать раздражающее действие на слизистые оболочки органов зрения и дыхания и незащищенную кожу. При работе с модификатором следует применять средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.103 и ГОСТ 12.4.011. Рабочие, занятые приготовлением растворов добавки, должны быть обеспечены в зависимости от характера выполняемой работы специальной одеждой, обувью и средствами защиты рук, органов зрения и дыхания.

#### Список литературы:

1. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний
2. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия
3. СНиП П-22-81 Каменные и армокаменные конструкции
4. ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний
5. ГОСТ 7473-94 Смеси бетонные. Технические условия
6. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
6. ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава
7. Рекомендации по составам и технологии изготовления стеновых камней для строительства малоэтажных домов, производственных и хозяйственных помещений
8. Рекомендации по применению полифункционального модификатора бетона (ПФМ-НЛК) при производстве железобетонных конструкций из бетонов повышенной долговечности. Я. 2002

## Пеностекло – материал будущего

*Яровой В.О., студент,  
Южно-Якутский технологический колледж,  
г. Нерюнгри  
E-mail: kuzm-ira@mail.ru*

*Научный руководитель:  
преподаватель Морозова М.Д.*

В условиях разнообразия современных строительных материалов проблемой является то, что не все материалы описаны в специальной литературе, на многие материалы отсутствуют справочные данные и описание свойств.

Большую нишу в строительстве, ремонте и реконструкции зданий и сооружений уделяется материалам на вспененной основе. Эти материалы технологичны, легко обрабатываются, легкие, обладают хорошими теплозащитными свойствами, относительно недорогие, широко представлены на строительном рынке. Особое внимание в этой группе строительных материалов следует уделить пеностеклу. Данных по этому материалу нет в учебниках по материаловедению и в справочных материалах, на Российском рынке это достаточно новый материал. Многочисленные отзывы, обсуждения, статьи в интернете и специальных периодических изданиях характеризуют этот материал как универсальный, особенно при эксплуатации в большом диапазоне температур, при повышенной влажности, в условиях повреждения бактериями и грызунами. Данные показатели является большим плюсом для применения пеностекла с учетом климатических условий Якутии, а также для применения на промышленных предприятиях.

Цель исследования – рассмотреть возможность использования пеностекла для строительства и отделки гражданских и промышленных зданий и сооружений в климатических условиях Якутии.

Пеностекло – уникальный материал, который используется для утепления не только домов, но и промышленных предприятий. Изготовлен он из вспененной стекло-массы, абсолютно безопасен для окружающей среды и совершенно не подвержен старению.

Пеностекло – материал, выпускающийся в виде блоков общим размером 125-600 мм по ширине, 20-120 мм по толщине, 125-1200 мм по длине. А также производятся теплоизоляционные цилиндры с толщиной стенки около 50 мм. Наибольшей популярностью пользуются блоки с размером 450x550 мм и толщиной 20, 40, 60, 80 мм.

Пеностекло – это стеклянная пена. Именно поэтому, его химическая стойкость будет соответствовать стойкости стекла, т.е. оно будет инертно во всех средах за исключением растворов сильных щелочей и плавиковой кислоты. Химическая стойкость материала наряду с его жесткостью, негорючестью, легкостью делает его незаменимым для использования в качестве теплоизоляции в агрессивных средах. качественный теплоизоляционный материал, способный обеспечить надёжную защиту от воздействия негативных природных воздействий, тем самым предотвратить деформацию несущих конструкций здания.

Этот материал был создан в 1930-е гг. в СССР и в начале 1940-х в США, но из-за второй мировой войны не нашел широкого применения в СССР, чего не скажешь о США, где после войны корпорацией «Питсбург Корнинг» было создано первое производство пеностекла.

Изготавливается данный материал при средней температуре +800-900 °С. В процессе производства применяют горные спекающиеся породы и отходы стекла. В дальнейшем все это вспенивается в газообразователе. Таким образом, и получают пеностекло. Сам процесс изготовления представляет собой технически сложную задачу. Именно поэтому продукт не является дешевым.

Стекланный гранулят или стекланный бой размалывают в тонкий стеклопорошок, используя для этого специальные шаровые мельницы. Затем смешивают с пенообразователем и связующим в специально разработанных смесителях и грануляторах с дальнейшим получением гранулята-полуфабриката. Стеклобой автотранспортом поступает на предприятие и высыпается в приемный бункер, затем поступает в дробилку, где происходит дробление до требуемого размера. Дробленный до заданного размера стеклобой подается в атритор для переработки в стеклопорошок с заданным размером частиц. Стеклопорошок поступает в смеситель, где происходит смешивание стеклопорошка с водным раствором связующего и пенообразователя и мелкое гранулирование. Приготовленная смесь поступает в гранулятор для укрупнения и уплотнения гранул. Гранулят поступает на сушку в барабанную сушилку.

Высушенная гранула поступает на спекание и вспенивание. Готовая пеногранула направляется на классификацию с последующей затаркой и отправкой потребителю.

В процессе работы были проанализированы множество отзывов, характеристик, проведен анализ свойств и способов технологической обработки пеностекла.

К основным преимуществам пеностекла относится его высокое качество и относительно низкая стоимость. Можно сделать вывод, что цена на пеностекло уступает только пенополистиролу, однако он непрочен и пожароопасен, что исключает его из ряда конкурентных продуктов. Мы рассматриваем пеностекло, обладающее следующими свойствами.

**Высокая теплопроводность.** Пеностекло имеет самый низкий коэффициент теплопроводности при большой плотности. **Высокий уровень звукопоглощения.** Блоки высокой плотности из пеностекла обладают отличной звукопоглощающей способностью. Можно купить пеностекло толщиной 10 см и поместить его между двух гипсокартоновых десятимиллиметровых плит и получить индекс изоляции равный 50 дБ. Именно поэтому Москва и другие города предпочитают использовать при строительстве домов повышенной комфортности. **Долговечность.** Стоимость пеностекла окупается многократно, поскольку материал не подвержен старению, образованию грибка, гнили и плесени, не разрушается грызунами. **Экологичность.** Изготовление пеностекла относится к чистым производствам, это абсолютно безопасный материал. **Пожаробезопасность.** Продажа пеностекла осуществляется для всех объектов, к которым предъявляются высокие требования пожарной безопасности. Материал относится к классу негорючих (НГ). **Паропроницаемость.** Изготовление звуко- и теплоизоляции с помощью пеностекла обеспечивает отличную паропроницаемость, в результате конструкции «дышат». **Легкость монтажа.** Производители, выпускающие пеностекло, обеспечивают высокую точность линейных размеров плит, что делает их монтаж быстрым и простым. Установка пеностекла не требует анкерных и штыревых креплений к несущим конструкциям, достаточно купить мастику, клей или цементный раствор. Большие размеры плит пеностекла делают материал незаменимым, когда необходимы высокие темпы строительства. **Высокая экономичность.** Цена на пеностекло изначально не высока, кроме того, поскольку при его использовании не возникает «мостиков холода», появляется возможность уменьшить толщину внутренней и наружной штукатурки, даже в регионах, где низкие температуры. Установка плит пеностекла поз-

воляет снизить вес конструкции и как следствие уменьшить цену фундамента, сделав его менее глубоким.

Пеностекло имеет ячеистую структуру. Благодаря этому достигается практически неограниченный срок эксплуатации построенных с его применением зданий и сооружений. Это свойство материала многократно повышает конкурентоспособность объектов недвижимости, в том числе и на вторичном рынке. А низкая плотность пеностекла при высокой прочности позволяет надстраивать верхние этажи зданий, устраивать на облегченной пеностеклом крыше настоящие «висячие сады».

Применение пеностекла осуществляется для устройства теплоизоляции стен, подвальных и цокольных помещений, перегородок, перекрытий и технологического оборудования, организации огнезащиты строительных конструкций; изготовление кровли, особенно при размещении на них газона или зимнего сада; изготовление полов, особенно в зданиях без подвала; утепление стен старых зданий путем облицовки стен панелями с декоративной поверхностью; возведение мансард без усиления несущих конструкций здания; изготовление ограждающих конструкций саун и бассейнов.

Гранулы пеностекла подойдут для любых целей, будь то строительство нового здания или реконструкция существующего. Оно незаменимо для заполнения пустотелых стен, в применении наружной и внутренней укладке.

Строительные конструкции, изготовленные из такого материала, имеют не только хорошую теплоизоляцию, но также и способность «дышать». Это особенно важно для создания комфортабельного микроклимата в жилых помещениях. При использовании паронепроницаемых материалов обычно происходит конденсация паров воды на стенах.

Теплоизоляция пеностеклом существенно снижает расход стройматериалов и уменьшает толщину стен. При этом создается эффект звуконепроходимости. Поэтому в качестве звукопоглотителя в обшивке стен и потолков радиостудий, концертных залов, шумных цехов пеностекло просто находка.

Пеностекло является чуть ли не единственным материалом, выдерживающим длительный контакт с горячими поверхностями без последствий.

Например, пеностекло Пеноситал® - это полностью неорганический теплоизоляционный материал, подвергнутый термообработке при 700-800 °С. Согласно Протокола № 17 т/ф от 16.08.2005г. и № 48 т/ф от 28.08.2002 Испытательной пожарной лаборатории он не горит, не поддерживает горение и относится к группе негорючих материалов (НГ). Предел огнестойкости по потере теплоизолирующей способности при толщинах 40, 80 и 100 мм составляет соответственно 30, 45 и 60 минут. Верхний температурный предел эксплуатации пеностекла составляет 600°С. Благодаря своей негорючести пеностекло в СССР активно применялось для теплоизоляции атомных электростанций и подводных лодок.

Пеностекло не включено в список товаров обязательной сертификации, поэтому достаточно санитарно-гигиенического заключения и испытаний сертифицированной пожарной лаборатории (это значительно упрощает процесс сбора разрешительных документов на использование и производство материала). При использовании пеностекла для наружной теплоизоляции стен под последующее пеностекло, в отличие от многих теплоизоляционных материалов достаточно прикрепить к стене на цементно-песчаный раствор, и сразу можно штукатурить (или приклеивать фасадную плитку), не требуется никаких подготовительных растворов, благодаря жесткости пеностекла не требуется использования армирующих сеток.

В случае утепления плитным пеностеклом перекрытий, преимущество в том, что пеностекло жесткий и прочный материал, поэтому можно укладывать чистый пол (деревянный или заливной бетонный) или кровлю поверх теплоизоляции без применения дополнительных упрочняющих конструкций.

Если строить стены из блочного пеностекла, то в качестве альтернативы пено-стеклу плотности 250-350 кг/м<sup>3</sup> можно рассматривать в основном только газо- пенобетон, кирпич, дерево (если перекрытия деревянные). Для схожих термических сопротивлений стен, построенных только из этих материалов толщина стены из газо- пенобетона будет в 2,5-4 раза толще чем из пеностекла, кирпича – в 8 раз, дерева – в 3 раза, а если эти цифры пересчитать в массу, то масса стен из газа- пенобетона будет в 2,5-8 раз больше, чем из пеностекла, кирпича – в 25-30, дерева – в 4. Конечно, никто не строит стены толщиной в среднем более полуметра, поэтому имеет смысл строить только из пеностекла или легкого газо-пенобетона (сравните прочности), но в случае с пеностеклом, материала требуется в несколько раз меньше, а это позволяет экономить на доставке, разгрузке, временном складировании, несущей способности фундамента. А главное, что при требуемой толщине стены экономия при размере дома 10x10 м внутренней площади 7-20 м<sup>2</sup> на каждом этаже

Пеностекло – идеальный материал для широкого использования в индивидуальном строительстве. Сочетание его экологической чистоты и превосходных теплоизоляционных качеств с легкостью, прочностью и удобством обработки и монтажа позволяет быстро и самостоятельно утеплить любой объект личного хозяйства, будь то жилой дом, коттедж, хозблок или гараж, установить в квартире теплый пол, утеплить лоджию или мансарду.

Особенно подходит пеностекло для утепления помещений с повышенными требованиями к температурному и влажностному режимам: подвалов, саун, бань, бассейнов, каминов, дымоходов. Полная негорючесть, отсутствие токсичных газов обеспечивает безопасность применения. Учитывая то, что пеностекло – экологически чистый материал и не выделяет никаких вредных веществ, даже при нагревании, оно не вызывает аллергии. Не случайно материал рекомендован Минздравом для теплоизоляции детских учреждений. Владельцу дома, использовавшему пеностекло как теплоизоляционный материал, не придется со временем топить улицу, как в случае с пенопластом и минватой, которые через несколько лет неизбежно теряют свои свойства. Специалисты признали пеностекло самым долговечным теплоизоляционным материалом.

Недостатки применения пеностекла: высокая стоимость за 1 кубический метр, но она компенсируется долговечностью и универсальностью материала; небольшое количество отечественных производителей (но согласно нижеприведенному графику наблюдается тенденция к пополнению рынка строительных материалов пеностеклом; отходы производства пеностекла не утилизируются, в этом направлении следует искать пути применения отходов.

При самом скромном варианте развития событий, то есть если рынок пеностекла будет расти на 20-30% в год, к 2015 году его объем достигнет 142 тыс. м<sup>3</sup>. Но если ситуация будет более благоприятной, то результат 2015 года может быть значительно выше-до 220 тыс. м<sup>3</sup> и более.

Доля импорта к 2015 году должна сократиться с нынешних 64% до 46%, то есть через 4 года более 50% реализуемого на российском рынке пеностекла будет отечественного производства. В действительности, этот процент может оказаться и выше.



Рис. 1. Прогноз динамики российского рынка пеностекла до 2015 года, тыс. м<sup>3</sup> (источник. Расчеты ABARUS Market Research)

Положительным фактором для применения пеностекла в строительстве и реконструкции зданий и сооружений в климатических условиях Якутии является то, что один из производителей данного материала находится в Омске, что значительно снижает стоимость поставки по отношению к другим поставщикам.

Пеностекло – универсальный материал, и его применение позволит решить ряд экономических и технологических проблем в строительстве и ЖКХ.

Рынок производителей растет, имеются производители в районах Сибири, что снижает цены на поставку, и расширяет возможности применения данного материала в перспективе.

#### Список литературы:

1. [http://penosteklo1.ru/penosteklo\\_certificates.html](http://penosteklo1.ru/penosteklo_certificates.html)
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пеностекло>
3. <http://o-p-i.ru/katalog-produktsii/penosteklo/o-materiale>
4. <http://www.saitax.ru/p/p9/>
5. <http://www.a-stess.com/>
6. <http://www.uralchim.ru/penosteklo>
7. <http://www.foamglas.ru/>
8. <http://www.peno-steklo.ru/>

### Секция 3. Науки о Земле

#### Об оптимизации технологии отбора пробы из горных выработок в условиях криолитозоны

*Аргунов Б.В., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: argunovb@mail.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Тимофеев Н.Г.*

Добыча полезных ископаемых на Северо-Востоке России связана с выполнением большого объема геологоразведочных и горнопроходческих работ, которые проводятся в условиях распространения многолетнемерзлых пород. И главными влияющими факторами на выбор и обоснование технико-технологических решений являются – особенности строения многолетнемерзлых пород и их физико-механические свойства.

Многолетнемерзлые горные породы (криолитозона) – это верхний слой земной коры, содержащий породы, находящиеся в непрерывно мерзлом состоянии длительное время, залегающие на некоторой глубине от поверхности и имеющие отрицательную температуру.

Характерным признаком дисперсных многолетнемерзлых и мерзлых пород является содержание в них льда, цементирующего минеральные и составные части горных пород, а также льда в виде включений (прослойки, линзы, жилы).

Мерзлое состояние горных пород является основным фактором, влияющим на условия разработки месторождений полезных ископаемых (оказывает положительные и отрицательные влияния):

К положительным условиям, облегчающим проведение горно-разведочных выработок, можно отнести следующее: повышенную несущую способность и устойчивость мерзлых пород; отсутствие притоков воды в горные выработки в пределах мерзлой толщи.

К отрицательным условиям, осложняющим проведение и эксплуатацию горно-разведочных выработок в условиях многолетней мерзлоты, относятся: низкие температуры в выработках, которые затрудняют процесс проветривания; резкое снижение устойчивости пород в летний период; возможность смерзания полезного ископаемого в буровом инструменте; при разработке сильнольдистых россыпей в летний период затрудняется доставка и транспортировка оттаявшей горной массы.

Россыпные месторождения зоны многолетней мерзлоты имеют существенное отличие от аналогов, расположенных в умеренном климате. Специфика их обусловлена комплексным взаимодействием горно-геологических, горнотехнических и климатических факторов.

Отмеченные особенности горно-геологических и климатических особенностей многолетнемерзлых пород (рассредоточенность объектов на значительной территории, отдаленность объектов друг от друга, сезонность ведения горных работ, низкий уровень механизации тяжелых и трудоемких процессов, недостаточный уровень обеспече-

ния горной техникой, высокую стоимость труда и т.д.), определяют особые требования к технике и технологии разведочных работ.

Основным способом поисковой и детальной разведки россыпных месторождений полезных ископаемых до настоящего времени является проведение значительного объема разведочных шурфов (рис.1).

Отбор пробы из разведочного шурфа, осуществляется полностью ручным способом. После каждого взрыва определенного интервала горной выработки, рабочий опускается в забой выработки и вручную собирает пробу в бадью. После наполнения бадьи, передает другим рабочим, которые сверху поднимают на поверхность. И так продолжается до конца выработки.



Рис. 1. Проходка разведочного шурфа

Весь процесс отбора пробы и проходка шурфа, основаны на устаревшей технологии, которая до настоящего времени не претерпела технического прогресса.

Учитывая тенденции увеличения объема шурфопроходческих работ при разведке россыпных месторождений полезных ископаемых, актуальность совершенствования техники и технологии этих работ значительно возрастает для геологоразведочных организаций страны. В первую очередь это касается изыскания высокопроизводительных и безопасных способов сооружения горных выработок: бурения скважин большого диаметра, шурфо-скважин и т.д.

Бурение шурфо-скважин при разведке россыпных месторождений в условиях криолитозоны в основном осуществляется ударно-канатным способом. Однако, учитывая низкое качество и достоверность геологической информации, получаемой при бурении скважин ударно-канатным способом, существует вероятность искажения данных разведываемого месторождения.

Ежегодное увеличение объемов геологоразведочных работ в районах распространения многолетнемерзлых пород, производимых самым распространенным, универсальным вращательным способом, являющимся одновременно сложным многофакторным процессом, требует нового подхода к выбору современной буровой техники и технологии.

Положительное решение этой задачи связано с усовершенствованием технологии и техники разведки россыпных месторождений, которые позволят повысить производительность труда и обеспечить качественный отбор пробы.



При этом, учитывая основные требования методики разведки россыпных месторождений [7] и по результатам проведенных исследований, предлагаются основные технико-технологические требования к создаваемой технике и технологии:

1. Получение достоверных данных конкретного месторождения в значительной степени зависит от количества и состояния извлекаемых при бурении проб (валовое или технологическое опробование), а также от точности определения границ пластов пород и залежей полезных ископаемых и их мощности.

2. Диаметр скважины, в котором систематическая ошибка при подсчете среднего содержания полезного компонента не превышает 10%, составляет 500-600 мм.

3. Извлекаемая проба должна иметь минимальные нарушения структуры и измельчение. В процессе бурения скважин необходимо исключить «миграцию» полезного компонента, обеспечить полноту его извлечения по интервалам опробования.

4. Создаваемая техника должна иметь широкие возможности бурения скважин в зависимости от физико-механических свойств пород.

5. Техника и технология бурения должны обеспечивать поинтервальное опробование продуктивного пласта с величиной интервала от 0,2 до 1,0 м, что трудно достигается при бурении скважин традиционными шнеками. Применение рейсового (поинтервального) метода бурения, когда выбуренная порода не транспортируется шнеком на поверхность в процессе бурения, а после бурения ограниченного интервала накапливается в снаряде и только потом поднимается на поверхность, обеспечивается наивысшая представительность пробы по составу продуктивной толщи в данном интервале.

6. В соответствии с главным требованием методики опробования **«Способы отбора и извлечения пробы из определенного интервала скважины должны исключить возможность ее обогащения или разубоживания породой других интервалов»**. При бурении обычными шнеками в открытом стволе скважины, это требование не в полной мере обеспечивается, когда транспортируемая с забоя порода частично затирается в стенки скважины и смешивается с породой попадающей со стенок скважины, снижая представительность пробы данного интервала. Для решения этой проблемы нами предложено совершенствование традиционной конструкции шнека и разработать буровой снаряд, в котором укороченный шнек (2-3 витка) будет располагаться внутри невращающейся трубы, что полностью исключает разубоживание разрушенной породы, обеспечивая наилучшую представительность пробы.

Изучением такого сложного процесса как шнековое транспортирование разрушенной породы и очистка забоя при бурении скважин большого диаметра занималось большое количество исследователей [1-8]. Особое внимание уделяется в работах, связанных с процессом разрушения, очисткой забоя и вертикальным транспортированием разрушенной породы шнеками и расходам привода мощности буровой установки при бурении шурфоскважин (скважин большого диаметра) по осложненным горно-геологическим условиям.

Из всех имеющихся исследований по вертикальному транспортированию разрушенной породы шнеком при бурении различных скважин, наибольшего внимания заслуживает многоэтапная работа профессора Д.Н. Башкатова [1, 2, 3]. Его работы неоспоримо имеют важное теоретическое и практическое значение. Автор отмечает что, при вертикальном транспортировании разрушенной породы шнеком, играет важную роль эффект «подпора породы». Также автором рассмотрены актуальные вопросы процесса шнекового транспортера, которые связаны с исследованием трех основных условий работы шнекового транспортера, изучением распределения разрушенной породы на ребордах шнека, рассмотрением шнекового транспортера с различными фор-

мами лопастей, выбором максимальной и минимальной частоты вращения шнека, а также другие параметры шнека.

В плане повышения технико-экономических показателей перспективным является применение бурового способа (бурение скважин большого диаметра) при разведке россыпных месторождений в условиях многолетнемерзлых пород. Буровой способ проходки горных выработок (шурфов, шахтных стволов) и бурение скважин большого диаметра позволяют комплексно механизировать все производственные процессы, обеспечивают минимальную трудоемкость, дают большой экономический эффект и являются безопасным способом, так как исключено нахождение рабочих в горной выработке, в которой иногда может быть наличие вредных и ядовитых газов или возможность обрушения неустойчивых пород.

#### Список литературы:

1. Башкатов Д.Н. Методика определения оптимальных параметров бурового шнека / Д.Н. Башкатов // Известия вузов. Геология и разведка. – 1962. – №10. – С. 35-41.
2. Башкатов Д.Н. Вращательное шнековое бурение геологоразведочных скважин / Д.Н. Башкатов, Ю.А. Олоновский. – М.: Недра, 1968. – 192 с.
3. Башкатов Д.Н. Экспериментальные исследования по усовершенствованию технологии шнекового бурения / Д.Н. Башкатов, Ю.А. Олоновский // Бюллетень научно-технической информации. – 1965. – №2(55). – С. 160-167.
4. Брылов С.А. Пути совершенствования шнековых шурфобуров / С.А. Брылов, Л.Г. Грабчак, В.А. Плохих // Геология и разведка. – 1973. – № 3. – С. 36-41.
5. Брылов С.А. Технология бурения скважин большого диаметра / С.А. Брылов и др. // Геология и разведка. – 1972. – № 4. – С. 48-55.
6. Брылов С.А. Современная технология и механизация горно-разведочных работ / С.А. Брылов, Ш.Б. Багдасаров, Л.Г. Грабчак. – М.: Недра, 1976. – С. 285-289.
7. Инструкция по применению Классификации запасов к россыпным месторождениям полезных ископаемых. – М.: 1982, 48с. (Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР).
8. Лапин Н.А. Определение параметров и режима работы вертикального шнекового транспортера / Н.А. Лапин // Известия вузов. Геология и разведка. – 1966. – №2. – С. 128-150.
9. Лапин Н.А. Теоретические и экспериментальные исследования процесса шнекового бурения скважин и методика расчета геометрических параметров и режимов работы вертикальных шнековых транспортеров: дис. ... канд. техн. наук. – М.: МГРИ, 1966. – 211 с.

## Брикетиrowание бурого угля Кировского месторождения с использованием в качестве связующего вещества полиэтиленовой крошки

*Артемова Е.А., аспирант,  
Лаборатория комплексного использования углей ИГДС СО РАН,  
г. Нерюнгри  
E-mail: labkiy@mail.ru*

*Научный руководитель:  
зав. лабораторией, канд. техн. наук Михеев В.А.*

Кировское месторождение бурых углей приурочено к границам территории Вилюйского угленосного района. Месторождение расположено в 19 км выше впадения р. Мархи в р. Вилюй. Угольный пласт простого строения, залегает на глубинах от выхода под четвертичные наносы до 50-60 м. Средний объемный коэффициент вскрыши 5 м<sup>3</sup>/т. В настоящее время добывается 30-40 тыс.т угля в год для нужд местного населения.

Сырьем для исследования послужила проба рядового угля массой 40 кг. При проведении технического анализа исследуемого угля были получены следующие результаты.

Таблица 1

### Основные качественные характеристики исследуемого угля

Качественный показатель	Величина
Массовая доля общей влаги на рабочее состояние топлива ( $W^r_t$ ), %	36,6
Зольность пробы на сухую массу топлива ( $A^d$ ), %	11,6
Выход летучих веществ на сухое беззольное состояние топлива ( $V^{daf}$ ), %	48,7
Выход свободных гуминовых кислот ( $(HA)^{daf}_f$ ), %	17,7
Высшая теплота сгорания ( $Q^a_s$ ), кКалл/кг	4499

Угли Кировского месторождения характеризуются высокими значениями общей влаги, при этом отличаются довольно низкими значениями зольности. Отличительной особенностью углей является их способность к самоизмельчению при потере влаги, что приводит резкому снижению КПД использования угля при сжигании в печах колосникового типа - измельченный уголь просыпается через колосниковые решетки печей. В связи с этим на сегодняшний день существует необходимость разработки технологии окусковывания топлива с целью увеличения КПД его использования и обеспечения населения района качественным топливом. Одной из таких технологий является брикетирование. В силу своих свойств бурые угли не брикетируются без добавки связующего вещества, поэтому при разработке технологий брикетирования бурых углей вопросам поиска эффективного связующего уделяется особое внимание. Помимо обеспечения необходимой прочности брикетов связующее должно быть экологически чистым, не дорогим и не снижающим энергоэффективность топлива.

При выполнении данного исследования была изучена возможность использования в качестве связующего вещества полиэтиленовой крошки, получаемой при переработке бытовых отходов.

Температура плавления полиэтилена низкого давления 103-110°C, полиэтилена высокого давления 124-137 °С. Полиэтилен разрушается при нагреве на воздухе при 80°C. Полиэтилен практически безвреден, из него при сгорании не выделяются в окружающую среду опасные вещества. Нагрев измельченного полиэтилена в сушильном шкафу показал, что при температуре 90-100°C полиэтилен размягчается.

Общая методика проведения экспериментов заключалась в следующем. Полученная проба угля была измельчена на щековой дробилке на два класса крупности менее 6 мм и менее 2 мм.

Полиэтилен, применяемый в качестве связующего вещества, предварительно измельчен до класса крупности менее 2 мм. Сушильный шкаф, в котором проводился предварительный нагрев матриц, с брикетуемым материалом имел температуру 160-170°C. Брикетирование смесей проведено на прессе П-10 при давлении 78 МПа. Испытание брикетов сжатием проводилось через 24 часа после брикетирования.

В результате проведенных исследований было установлено, что максимальная механическая прочность брикетов достигается при брикетировании смеси угля с полиэтиленовой крошкой, предварительно нагретой до 130-140°C.

Основные результаты проведенных экспериментальных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Основные результаты экспериментальных исследований брикетирования бурого угля Кировского разреза с использованием в качестве связующего полиэтиленовой крошки**

Класс крупности угля, мм	Содержание полиэтилена в смеси, %	Прочность брикетов на сжатие, МПа	Водопоглощение брикетов, %	Остаточная прочность брикетов, МПа / водоустойчивость, %
менее 2	6	6,38	16,25	2,91 / 45,6
менее 6	6	7,99	9,38	5,58 / 69,8
менее 2	7	9,16	4,5	7,63 / 83,3
менее 6	7	7,82	9,2	6,32 / 84,2

Проведя анализ полученных экспериментальных данных можно констатировать следующее, максимально возможная прочность получаемых брикетов достигается при использовании угля крупностью менее 2 мм с содержанием полиэтиленовой крошки в брикетуемой смеси в количестве 7 %. При этом прочность брикетов на сжатие составляет 9,16 МПа, что превышает значения механической прочности, нормируемые по ГОСТ (например, ГОСТ 8584-76. Брикеты из бурых башкирских углей. Механическая прочность при сжатии буроугольных брикетов должна быть не менее 7,8 МПа). Также необходимо отметить, что полученным брикетам присуще незначительное водопоглощение, и они водоустойчивы, теряя свою механическую прочность через 2 часа пребывания в воде лишь на 16,7 %.

Среднее значение теплоты сгорания ( $Q_{as}$ ) полученных брикетов составляет 5439 кКалл/кг, что более чем на 20 % превышает теплоту сгорания исходного угля.

Таким образом, в результате проведенного исследования в лабораторных условиях была установлена возможность брикетирования бурых углей Кировского угольного разреза с использованием в качестве связующего полиэтиленовой крошки. Данные результаты могут быть использованы при разработке плана мероприятий по улучше-

нию энергоэффективности и повышению КПД использования угольного топлива при сжигании в печах колосникового типа.

## Исследование показателей водоотведения и водопотребления Удмуртской Республики

*Артемяева Е.А., студент,  
Удмуртский государственный университет,  
г. Ижевск  
E-mail: evdo-mod@mail.ru*

*Научный руководитель:  
к.г.н., доцент Гарарина О.В.*

Вода является основой жизни на Земле. Население нашей планеты сейчас употребляет около 7-8 млрд. тонн воды каждые сутки. Ученые уверены, что при рациональном использовании водные ресурсы неисчерпаемы.

Увеличивающееся население Земли, особенно та его часть, что проживает в городах, а также продолжающийся рост потребления воды – особенно в производстве, сельском хозяйстве и энергетике – тянет за собой и большие затраты водных ресурсов из традиционных источников.

В связи, с чем особую актуальность приобретает вопрос эффективного использования и отведения воды.

**Цель работы:** исследование показателей водопотребления и водоотведения Удмуртской Республики.

### **Задачи работы:**

1. Рассмотреть общие тенденции водопотребления и водоотведения Удмуртской Республики;
2. Анализ показателей водопотребления и водоотведения по районам Удмуртской Республики.

По причине достаточно короткого временного ряда исследования – 18 лет, в качестве критериев для оценки изменчивости показателей водопотребления были выбраны простейшие статистические показатели - показатели относительной изменчивости - относительная величина изменчивости и относительный размах изменчивости параметра за рассматриваемый период времени.

Относительная величина изменчивости:

$$S_o = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{cp}},$$

где  $S_o$  – относительная величина изменчивости параметра за анализируемый период времени;  $P_{\max}$ ,  $P_{\min}$ ,  $P_{cp}$  – соответственно наибольшая, наименьшая и средняя величины параметра за анализируемый период времени.

Относительный размах изменчивости величины параметра:

$$S = \frac{P_{\max}}{P_{\min}},$$

где  $S$  – размах изменчивости величины параметра за анализируемый период времени;  $P_{\max}$  и  $P_{\min}$ , соответственно наибольшая и наименьшая величины параметра за тот же отрезок времени.

Для выявления тенденции в динамике показателей водопотребления был выбран линейный тренд ( $y_i = a + bt$ ). Так как в данном случае исследуемые временные ряды приближены к монотонным рядам и хорошо приближаются линейной функцией.

Линия тренда получается наиболее точной, когда ее величина достоверности аппроксимации  $R^2$  близка к единице [1].

Анализируя показатели водопотребления и водоотведения на территории Удмуртской Республики, можно отметить, что снижение промышленного производства и ввод оборотного водоснабжения сопровождалось падением водозабора, водопотребления, водоотведения и сброса сточных вод на рельеф местности за рассматриваемый период времени.

В динамике водопотребления в период с 1995 по 2013 года отмечается выраженное снижение показателей потребления воды на нужды орошения ( $R^2 = 0,806$ ) и на производственные нужды ( $R^2 = 0,811$ ), что свидетельствует о кризисных явлениях в экономике Удмуртской Республики (Рис. 1).

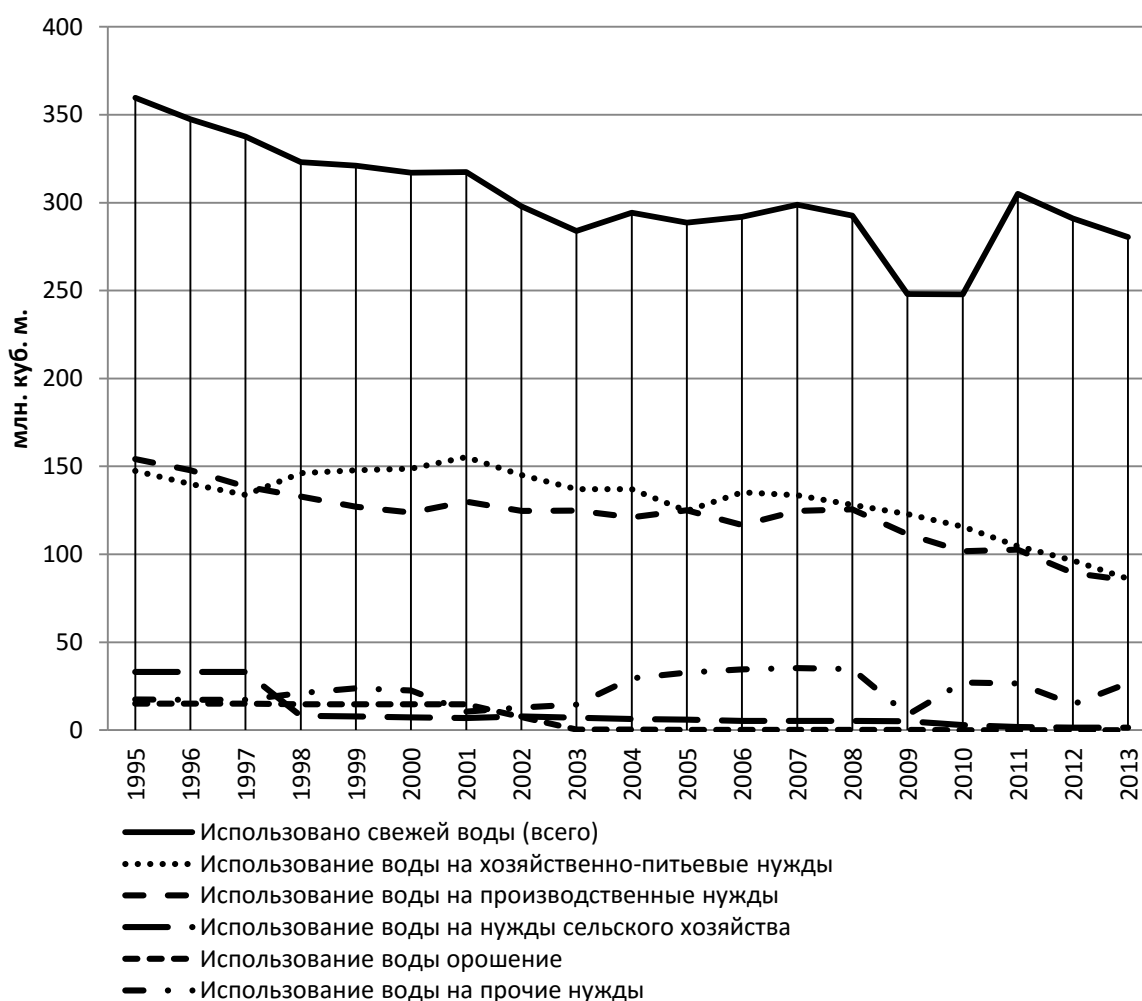


Рис. 1. Динамика видов водопотребления Удмуртской Республики

Наиболее устойчивые тенденции роста водопотребления в каком-либо из секторов экономики свидетельствуют о возросшем давлении данного типа природопользования на водные ресурсы. Например, рост использования воды на прочие нужды - большей частью для системы поддержания пластового давления - свидетельствует о давлении горнодобывающего типа природопользования на запасы и возобновление подземных вод.

При нерациональном водопользовании на этой территории могут возникнуть экологические проблемы, которые необходимо предвидеть. Например, снижение водообильности из-за чрезмерных водозаборов в районе старых нефтяных месторождений.

Устойчивое снижение водопотребления на нужды орошения, свидетельствует о снижении нагрузки на водные объекты (в основном малые реки) со стороны сельскохозяйственного типа природопользования.

Отмечается также тенденция устойчивого снижения водоотведения в водные объекты ( $R^2 = 0,828$ ). Резкое снижение доли сброса нормативно очищенных сточных вод и в свою очередь повышение объемов сброса недостаточно очищенных сточных вод привело к увеличению антропогенной нагрузки на водные объекты республики (Рис. 2.).

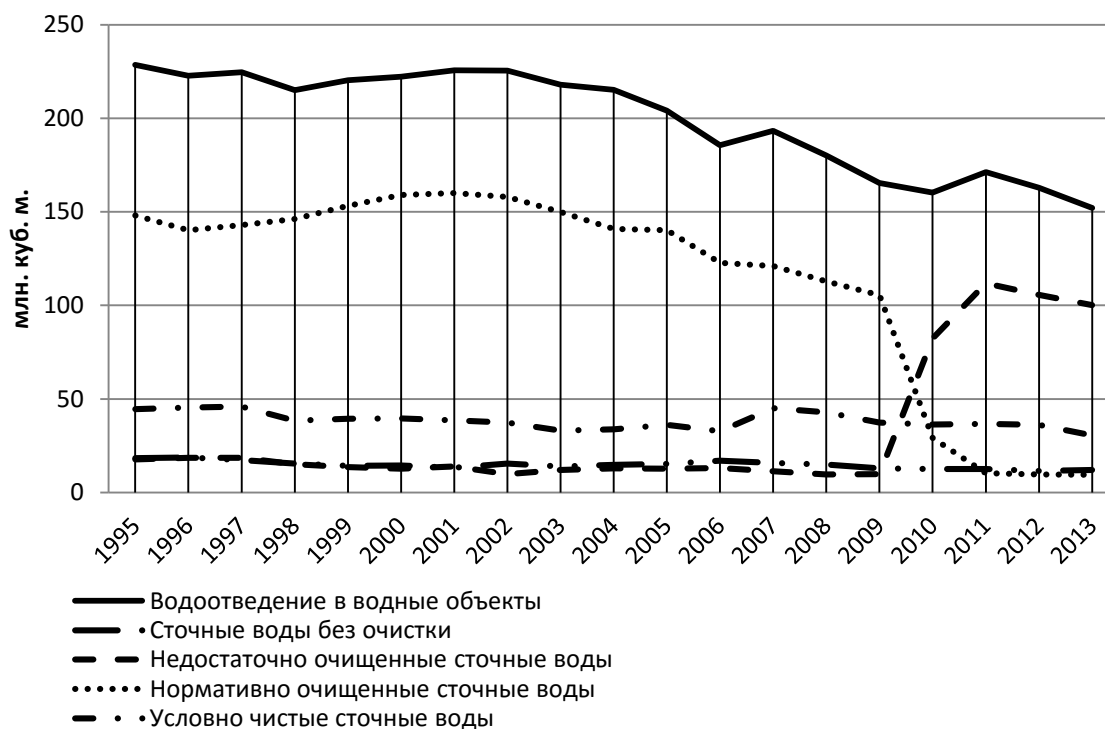


Рис. 2. Динамика отведения сточных вод разных категорий в водные объекты Удмуртской Республики

Объем потребления водных ресурсов в районах Удмуртской Республики зависит от охвата района услугами центрального водоснабжения, преобладающего типа природопользования, а также от урбанизации территории.

Наибольшие показатели водопотребления характерны для Игринского, Завьяловского, Воткинского и Сарапульского районов. Все выше перечисленные районы относятся к промышленно-урбанистическому типу природопользования. Для данного типа природопользования характерны самые большие показатели потребления воды. Выше перечисленные районы также характеризуются высокой степенью урбанизации.

Водоотведение по административным районам Удмуртской Республике тесно связано с водопотреблением. Наибольшие показатели водоотведения загрязненных сточных вод в Увинском, Камбарском в Игринском и Балезинском районах, что может свидетельствовать об отсутствии очистных сооружений или слабом их развитии.

Противоположная ситуация обстоит в Ярском, Юкаменском, Сюмсинском, Граховском, Каракулинском, и Киясовском районах. В данных районах слабо развита промышленность, следовательно, отведение сточных вод будет в меньших объемах. В Гла-

зовском и в Сарапульском районах, также отмечается меньший показатель водоотведения загрязненных стоков, в связи с хорошо развитой системой очистки сточных вод. Наибольший объем водоотведения сточных вод отмечается в городах и в крупных административных центрах с развитой экономикой.

Выявленные устойчивые тенденции дают возможность прогнозировать рост или ослабление тех или иных проблемы, связанных с водопользованием Удмуртской Республики.

#### Список литературы:

1. Стурман В.И. Природопользование и геоэкология Удмуртии [Текст]: монография / В. И. Стурман. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013.

### **Влияние профессиональной подготовленности обслуживающего персонала на безопасность труда**

*Бодоева Е.Е., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: besslov1925@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Корецкая Н.А.*

Под профессиональной подготовленностью обслуживающего персонала понимается свойство исполнителя, определяемое совокупностью знаний, навыков, физических и интеллектуальных данных, обеспечивающее его способность выполнять необходимую совокупность операций с заданным уровнем качества.

На обогатительной фабрике «Нерюнгринской» основные работы производятся персоналом, имеющим 2-6 разряд. Повышение квалификации работающих и обучение новым дополнительным профессиям производится на специальных курсах в процессе периодического обучения.

Проведенный анализ о влиянии профессиональной подготовленности на уровень безопасности труда выявил, что риск травматизма повышается у работников 2-3 разряда (рис. 1). Максимальное количество травм наблюдается среди рабочих следующих профессий: машинисты конвейеров, электрослесари (слесари) дежурные и по ремонту оборудования, слесари-ремонтники, аппаратчики углеобогащения (рис. 2). Высокий процент травматизма наблюдается также у работников, имеющих 5 и 6 разряды.

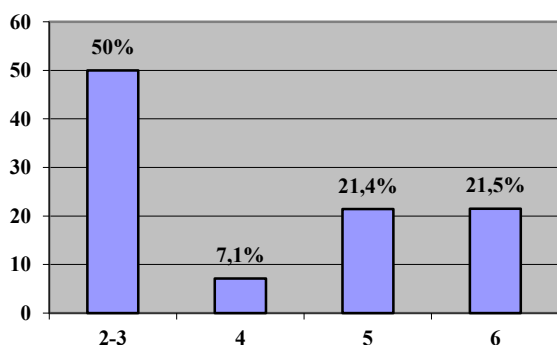


Рис. 1. Распределение количества травм по причинам, связанным с квалификацией работников



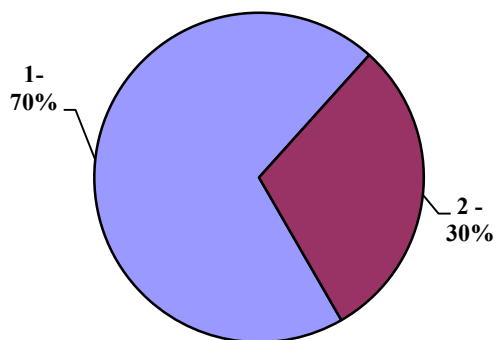


Рис. 2. Распределение количества травм работников, имеющих начальную квалификацию по профессиям  
1 – электрослесарь (слесарь) дежурный и по ремонту оборудования; 2 – другие профессии

Основными причинами травматизма, связанными с уровнем квалификации работников являются:

1. Невнимательность, несоблюдение основных правил безопасности труда, трудовой дисциплины, правил внутреннего распорядка – 60%;
2. Плохая организация производства работ, отсутствие контроля со стороны ИТР – 25%;
3. Недостаточная практическая обученность персонала, малый практический опыт выполнения подобных работ – 15%.

При повышении квалификации работников наряду с повышением профессиональной подготовленности, натренированности, наблюдается некоторое снижение внимания, организованности и дисциплинированности в области выполнения элементарных требований безопасности, существует некая тенденция к лихачеству, позерству у определенной группы людей с соответствующими психологическими наклонностями, а в связи с этим, повышается вероятность травмирования. Требуется глубокая мотивационная установка на соблюдение норм безопасности каждому работнику в соответствии с его готовностью к выполнению работ, психологическим состоянием, индивидуальными особенностями и способностям.

Анализ причин заболеваемости и производственного травматизма на производственных участках обогатительной фабрики «Нерюнгринская» показал, что наибольшее количество травм наблюдается среди электрослесарей наиболее низкой квалификации с незначительным стажем работы по профессии (рис. 3).

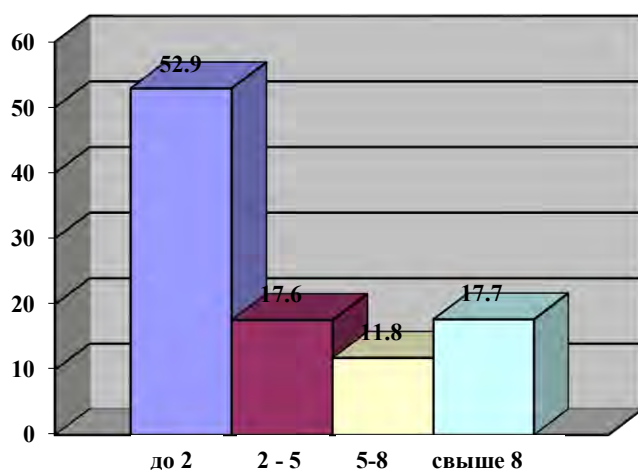


Рис. 3. Распределение количества травм по причинам, связанным со стажем работы по профессии

К травмоопасным ситуациям приводят отсутствие умений и практических навыков выполнения производственных операций и необходимость адаптации к условиям

труда и требованиям трудовой дисциплины. Отсутствие соответствующего контроля со стороны лиц технического надзора, а также дезорганизация практики наставничества, необходимой для помощи лицам, не имеющим опыта работы, повышают риск травмирования молодых рабочих.

В связи с высокой трудоемкостью и многофункциональностью профессии электрослесаря (слесаря) дежурного и по ремонту оборудования необходимо обращать особое внимание на качество подготовки рабочих данной профессии. Большую роль при этом играет как теоретическая база, так и практическая подготовленность работников. Анализ показывает, что значительное количество травм происходит в связи с недостаточной практической обученностью персонала, отсутствием практического опыта выполнения подобных заданий. Увеличивая количество часов, отводимых на практические занятия при подготовке рабочих данной профессии, повышая требования к итоговой проверке знаний, умений работников и выполнению квалификационной работы, необходимо добиваться высокого уровня подготовленности работников. Для решения данного вопроса необходимо разработать программу подготовки рабочих по профессии «Электрослесарь (слесарь) дежурный и по ремонту оборудования» 2-3 разрядов.

### **Исследование состояния воздушной среды лабораторий горно-геологического профиля ТИ (ф) СВФУ**

*Бодоева Е.Е., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: besslov1925@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Корецкая Н.А.*

Технический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» в городе Нерюнгри занимается подготовкой специалистов для горных, строительных и др. промышленных предприятий Южно-Якутского региона Республики Саха (Якутия).

Для обеспечения учебного процесса и научных работ в области горно-геологических исследований в вузе функционируют три учебно-научные лаборатории: испытательная лаборатория физики мерзлых пород, лаборатория обработки подготовки образцов горных пород, специальный кабинет «Экспериментальная установка по моделированию процессов подземной газификации угля месторождений Севера».

Техническая компетентность лабораторий определяется наличием в них квалифицированного персонала, необходимых средств измерений, испытаний и контроля, помещений с соответствующими условиями окружающей среды, документированных рабочих процессов, нормативно-методических документов испытаний и др. Лаборатории предназначены для проведения лабораторных, практических занятий у студентов, выполнения научных тематик и хозяйственных работ. Испытательное и вспомогательное оборудование, установленное в лабораториях, имеет необходимые технические документы и проходит периодические поверочные испытания.

Для гигиенической оценки фактического состояния воздушной среды лабораторий, в рамках курсового исследования, были проведены измерения неблагоприятных

факторов среды (содержание в воздухе вредных веществ, АПДФ, параметры микроклимата). Оценка эффективности работы вентиляционных систем в помещениях лабораторий, в частности, проводилась косвенными методами в части концентраций вредных веществ в воздухе, температуры, относительной влажности и подвижности воздуха, интенсивности теплового облучения.

На предварительном этапе исследования была дана характеристика основных вредностей, изменяющих состояние воздушной среды с учетом тематической направленности производственных процессов, на план лабораторий была нанесена схема системы вентиляции. Затем были измерены скорости воздуха в проемах укрытий, воздухоприемных отверстиях, на выходе воздухоотдающих устройств, температура приточного воздуха, концентрация вредных веществ в воздушной среде помещения.

В компетенцию лаборатории физики мерзлых пород входит определение плотности образцов горных пород, акустических свойств, прочностных свойств образцов на прессе и построение паспортов прочности пород, определение плотностных и прочностных свойств горных пород в массиве акустическим способом, определение теплотока в природном массиве. В связи с этим, в воздухе лаборатории потенциально могут находиться оксид углерода, диоксид азота, пыль угольная и сероводород. Исследование проб воздуха показало, что содержание всех перечисленных веществ соответствуют установленным нормам, кроме угольной пыли, ее средняя концентрация составляет  $11,0 \pm 0,1$ , при ПДК не более  $10,0 \text{ мг/м}^3$  [1]. Измерения были оформлены протоколом и возможно сделать вывод о неэффективной работе вентиляции.

В научной лаборатории обработки и подготовки образцов горных пород проводится определение минерального состава и структурно-текстурных пород в образцах и шлифах. Основными вредными веществами, которые могут присутствовать в атмосферном воздухе лаборатории, являются ацетон, оксид хрома (III), бензин. Превышения выявлены по содержанию оксида хрома (III) ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (сесквиоксид хрома, хромовая зелень) – очень твердый тугоплавкий порошок зеленого цвета, температура плавления  $2435 \text{ }^\circ\text{C}$ , кипения  $4000 \text{ }^\circ\text{C}$ , плотность  $5,21 \text{ г/см}^3$ , нерастворим в воде.), на момент исследований концентрация этого вещества составляла  $3,1 \pm 0,2 \text{ мг/м}^3$ , при ПДК  $3,0 \text{ мг/м}^3$  [1]. На основании протоколов измерений также можно сделать вывод о неэффективной работе вентиляции.

После выявления нарушений необходимо разработать меры для снижения повышенной концентрации пыли и хрома до безопасного значения.

При невозможности достаточно герметично укрывать источник выделения токсического газа или пыли, одним из способов разбавления поступающих в помещение вредных выделений до предельно допустимой для данного вещества концентрации, является устройство дополнительной вентиляции.

Расчет необходимого воздухообмена в помещении проводился по формуле:

$$L = \frac{m_i}{g_{yx} - g_{пр}}$$

$m_i$  – расход каждого из вредных или взрывоопасных веществ, поступающих в воздух в помещении,  $\text{мг/ч}$ ;

$g_y$  – концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, удаляемого за пределами обслуживаемой зоны помещения,  $\text{мг/м}^3$ ;

$g_{пр}$  – концентрация вредного или взрывоопасного вещества в воздухе, подаваемого в помещение,  $\text{мг/м}^3$ ;

Для лаборатории физики мерзлых пород потребный воздухообмен в помещении составит:

$$L = \frac{462}{11,1-10} = 462 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Фактическая производительность вентиляционной системы в помещении составила 280,8 м<sup>3</sup>/ч и была рассчитанная по формуле:

$$L = V_{\text{ср}} \times F \times 3600 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения воздуха, м/с;  $F$  – площадь сечения воздуховода, м<sup>2</sup>.

Для лаборатории обработки и подготовки образцов горных пород необходимый воздухообмен составит:

$$L = \frac{136,4}{3,1-3} = 1364 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Фактическая производительность вентиляционной системы в помещении равна 923,4 м<sup>3</sup>/ч.

Для более качественной работы вентиляции требуется ее улучшение, но перепланировка вентиляционных коробов в институте экономически не выгодна. С учетом не точечного распыления угольной пыли в лаборатории физики мерзлых пород рекомендуется в оконный проем установить дополнительное вытяжное устройство – вентилятор HV-230 RC, мощностью 34 Вт, частотой вращения – 1250 об/мин, уровнем шума – 43/37 дБ, вес – 3,5 кг, напряжение – 230 В.

Для лаборатории обработки и подготовки образцов горных пород предлагается установка дополнительного вентиляционного устройства В-30 RA (производитель: САТА, напряжение – 230 В, частота – 50 Гц, потребляемая мощность – 90 Вт, частота вращения – 1260 об/мин, уровень шума – 51 дБ, внешний размер решетки – 420 мм).

#### Список литературы:

1. Гигиенические нормативы 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»
2. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
3. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

### **Прогнозирование как способ управления надежностью технических систем**

*Бодоева Е.Е., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: besslov1925@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Корецкая Н.А.*

В связи с развитием современной техники особую важность приобрели вопросы повышения надежности различных устройств и механизмов. Современные машины,

обладающие высокой конструктивно-функциональной сложностью, представляют собой технические комплексы, включающие огромное количество деталей, узлов, агрегатов и готовых изделий, объединенных конечной функциональной целостностью. Конструктивно-функциональная сложность обуславливает высокую материалоемкость, трудоемкость, энергоемкость и сложность технических комплексов. Рост количества элементов, объектов различной природы, усложнение связей между ними и поведения объекта во внешней среде привели к созданию больших технических систем. Это свойство технических комплексов потребовало системного подхода к ее созданию и эксплуатации.

К любой технической системе предъявляются высокие требования к безотказности выполнения заданных функций в соответствии с ее назначением. На современном этапе развития экономики качество продукции играет весьма важную роль. Комплексная наука, изучающая общие методы и приемы, которых следует придерживаться при проектировании, изготовлении, транспортировке и эксплуатации технических устройств, для обеспечения максимальной их эффективности в процессе использования, а также разрабатывающая общие методы расчета качества устройств по известным качествам составляющих их частей, получила название *теории надежности*. Теория надежности устанавливает закономерности возникновения отказов устройств и методы их прогнозирования; ищет способы повышения надежности изделий при конструировании и последующем изготовлении, а также приемы поддержания надежности во время их хранения и эксплуатации.

С понятием надежности тесно связано понятие технического состояния – состояния объекта, характеризующееся совокупностью подверженных изменению свойств объекта, определяемых в данный момент признаками, установленными в технической документации. Для управления надежностью оборудования производится сбор информации о надежности (по использованию, наработке, отказам, ремонтам), проводится анализ показателей надежности, факторов, влияющих на надежность технических устройств, проводится прогнозирование показателей надежности.

Прогнозирование – это процесс разработки предсказаний, суждений о состоянии какого-либо явления в будущем на основе специального научного исследования. Методом прогнозирования называется способ исследования объекта прогнозирования, направленный на разработку прогнозов.

Исследование множества методов прогнозирования позволяет выбрать оптимальный для решения конкретных задач (рис. 1).

*По информационному основанию* методы прогнозирования подразделяются на:

- фактографические – базирующиеся на фактической информации об объекте прогнозирования (как настоящем, так и прошлом развитии);



Рис. 1. Классификация методов прогнозирования

- экспертные – использующие мнение специалистов-экспертов, которое систематизируется и обобщается в процессе специальных процедур;
- комбинированные – использующие совокупность результатов фактографических и экспертных методов.

По принципу обработки информации методы прогнозирования подразделяются на:

- статистические – методы обработки информации, основанные на выявлении математических закономерностей и взаимосвязей с целью получения прогнозных математических моделей;
- методы аналогий – выявляют сходство в закономерностях развития различных процессов;
- опережающие – принципы обработки научно-технической информации, на основании которых прогноз определяет возможность опережать Развитие научно-технического прогресса.

По используемому аппарату методы подразделяются на:

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| Статистические методы | <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы экстраполяции;</li> <li>- методы интерполяции;</li> <li>- регрессивный и корреляционный анализ</li> <li>- факторный анализ и т.д.</li> </ul> |
| Методы аналогий       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- математических аналогий;</li> <li>- исторических аналогий.</li> </ul>   |
| Опережающие методы    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Исследование динамики научно-технической информации</li> <li>- Исследование и оценка уровня техники</li> </ul>                                      |

Статистические методы используются в основном для подготовки данных, приведения их к виду, пригодному для прогнозирования. После их применения, как правило, для получения непосредственного прогноза используются методы экстраполяции или интерполяции, как наиболее распространенные и разработанные на современном этапе, позволяющие определить тенденцию развития исследуемого объекта. Экспертная оценка применяется в условиях отсутствия достаточно представительной статистики, при средне- и долгосрочном прогнозировании, в экстремальных ситуациях и т.д. Опережающие методы используются для прогнозирования уровня качества проектируемой техники.

Степень достоверности полученных прогнозов сравнивается с реальными показателями и на основе выявленной тенденции производится следующий прогноз, что позволяет увеличить достоверность прогнозирования.

Рассмотрев существующие методы прогнозирования можно сказать, что наиболее достоверными и объективными являются те из них, которые используют математический аппарат для анализа надежности сложных технических систем, так как такие методы позволяют уйти от известного субъективизма экспертных и оценок.

### **Месторождения графита Южной Якутии**

*Варакин В.А., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: raul1975@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. геол.-минерал. наук, доцент Рукович А.В.*

Графит – ценное полезное ископаемое обладающее свойствами, которые дают возможность широко применять его в химической промышленности, электротехнике и машиностроении. Главнейшие свойства графита – весьма высокая огнеупорность (температура плавления  $3850\pm 50^{\circ}\text{C}$ ), высокая тепло- и электропроводность, химическая инертность, мягкость, пластичность, высокая кроющая способность. Основные запасы графита в России сосредоточены на Урале и в Красноярском крае, где идет их промышленная разработка.

На территории Южной Якутии расположено месторождение Чебере и два перспективных недоразведанных рудопроявления. В пределах месторождения выявлено 54 рудных тела с содержаниями графитного углерода 15-60%. Графит в рудах представлен, в основном, двумя разновидностями: 1) чешуйчатый и крупночешуйчатый (размер зерен от 0,2 мм до 1,5-5 мм); 2) мелко- и тонкокристаллический (до 0,15-0,2 мм). Очень богатые руды (40% и более графита), как правило, состоят из тонкокристаллического графита (0,1-0,15 мм и менее). При технологических испытаниях на обогатимость графитовых руд установлено, что графитовые руды месторождения относятся к нормальнообогатимым с получением низкозольных (2-5% золы) концентратов. Методы химического дообогащения позволяют снизить зольность до 0,5-1% и менее. Без химического дообогащения можно получить графит марок ГС-4 и «II», по ГОСТ 8295-73 и графит марки ГК-3 по ГОСТ 4404-78. После химического кислотного дообогащения концентрата имеется возможность получения всех марок графита зольностью менее 2% (ГС-1 и ГС-2 (смазочный), ГАК-1 и ГАК-2 (аккумуляторный), ЗУЗ-М по ГОСТ 10274-79 «Гра-

фит для производства электроугольных изделий». Бедные по содержанию графита руды обогащаются легче с извлечением графита до 95%.

По результатам подсчета запасов графита запасы составляют: по категории  $C_1$  – 537 тыс. т, по категории  $C_2$  – 2181 тыс. т.

Таким образом, Южную Якутию можно рассматривать, как надежный источник графитного сырья для промышленности России, а месторождение Чебере при необходимости можно включить в программу развития Южной Якутии.

### **Результаты исследований методом электроразведки на территории Томпонского учебного полигона СВФУ**

*Васильев Р.Р., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: rom-bas@list.ru*

*Научный руководитель:  
Дьячковский А.А.*

Электроразведка, является одним из основных разделов разведочной геофизики – науки, относящейся к циклу наук о Земле и занимающейся изучением геологического строения земной коры и глубинных зон нашей планеты.

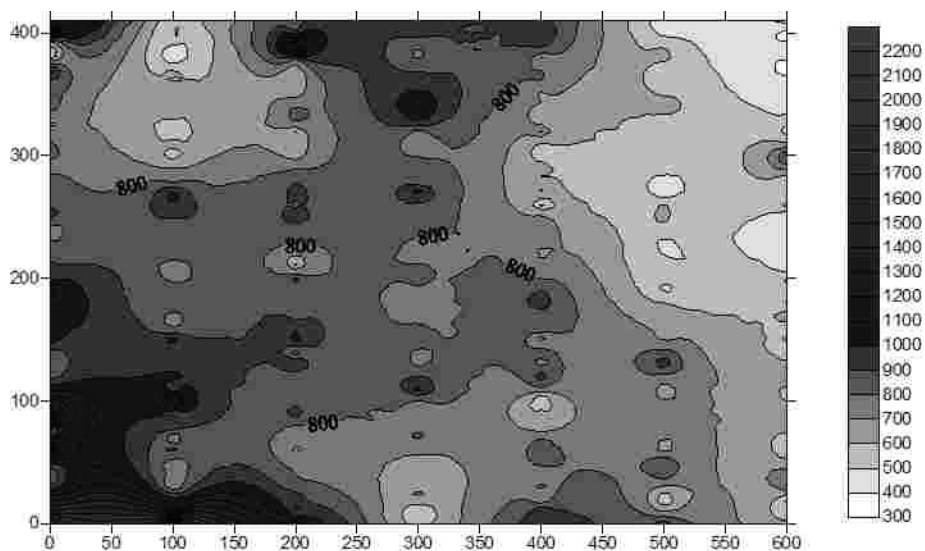
Электропрофилирование (ЭП) – это модификация метода сопротивлений, при которой вдоль заданных направлений (профилей) измеряют кажущееся сопротивление  $\rho_k$  с помощью установок постоянного размера, а значит, и примерно постоянной глубинности.

Электроразведочные работы методами дипольного электро-профилирования (ДЭП) и срединного градиента проводились на территории Томпонского учебного полигона геологоразведочного факультета СВФУ (Республики Саха (Якутия) Томпонского улуса, около трассы Якутск-Магадан, вдоль правого борта реки Восточная Хандыга), на участке геофизических работ учебной практики в площадном варианте масштабом съемки 1:10000, сеть наблюдений 100x10м. Размер участка 600x400 м, т.е. участок имеет шесть профилей, по 40 точек наблюдения, с расстоянием между ними 10 м.

В качестве измерителя использовался электроразведочный прибор «МЭРИ-24» с двумя медными приемными электродами MN, соединенными с прибором стальным изолированным проводом толщиной 3 мм. В качестве генератора использовался прибор «Astra-100», подключенный к источнику постоянного тока – аккумулятору напряжением 12 В. Для создания электромагнитного поля в исследуемой среде, к генератору подключалась питающая линия, состоящая из двух латунных электродов соединенных между собой проводом. Исходя из условий работ и решаемых задач, расстояния между питающим и приемным электродами выбраны равными 10 м, а разнос установки равным 40 м. (разнос – это расстояние между центрами диполей). Перед началом работ данная установка монтировалась непосредственно на месте работ – на 0-м пикете 0 профиля. При этом электроды все находились на одной линии, на профиле точка замера находилась на середине установки. На каждом пикете электроды втыкались в землю на необходимую глубину, с помощью генератора в питающие линии включался электрический ток с частотой 625 Гц, силой 5 мА, для создания электромагнитного поля в подповерхностной среде. При установлении рабочего режима генератора производилось



измерение разности потенциалов между приемными электродами, с помощью измерительного прибора. Значения подаваемого генератором силы тока и напряжения фиксируемого приемником, записывались в память прибора. Далее вся установка переносится на следующий пикет, при этом генератор должен быть выключен. Таким образом данный процесс продолжается до конца завершения всего профилей участка. А кажущиеся сопротивление  $\rho_k$  вычисляем по формуле  $\rho_k = k \frac{\Delta U}{I}$ , где  $k$  - коэффициент установки, зависящий от расстояний между электродами;  $\Delta U$  - напряжение на MN;  $I$  - ток на линии АВ. И по данным  $\rho_k$  строим карту на компьютере с помощью программы «Surfer-10», и делаем вывод.



По результатам дипольного электро-профилирования (ДЭП) считать что на юго-восточной части участка наблюдается зона повышенной электропроводимости имеющий по размеру от 200 до 220 м. На юго-западной части можно выделить небольшую зону относительно повышенной проводимости, кроме того на северо-западной части обнаружено аномальная зона повышенных значений  $\rho_k$  достигаемая 2200 Ом\*м. Протяжённое аномальное поле может говорить о наличии линейно вытянутой геологической структуры, например тектонического нарушения или зоны трещиноватости, в остальной части участка характерных аномальных зон не обнаружено.

#### **О совершенствовании конструкции долота для бурения горных выработок в условиях криолитозоны**

*Жирков А.Н., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: Zhirkovafanasiy1205@mail.ru*

*Научный руководитель:  
старший преподаватель Тимофеев Н.Г.*

В технологическом комплексе работ современной строительной индустрии значительное распространение получает бурение скважин различного диаметра с применением различных видов породоразрушающих инструментов (долот).

**Долото буровое** - основной элемент бурового инструмента для механического разрушения горной породы на забое скважины в процессе её проходки.

Долото буровое, как правило, закрепляют в конце бурильной колонны, которая передаёт ему осевое и окружное усилие, создаваемое буровой установкой. В случае ударного бурения долото буровое подвешивается на канате и наносит удары по забою скважины за счёт энергии свободного падения.

По назначению различают 3 класса буровых долот: для сплошного бурения (разрушение горной породы по всему забою скважины), колонкового бурения (разрушение горной породы по кольцу забоя скважины с оставлением в её центральной части керна) и для специальных целей (зарезные долота, расширители, фрезеры и др.).

По характеру воздействия на горные породы буровые долота делятся на 4 класса: дробящие, дробяще-скалывающие, истирающе-режущие и режуще-скалывающие.

По виду рабочей (разрушающей горные породы) части выделяют шарошечные и лопастные буровые долота.

С этой тенденцией обусловлено появление большого разнообразия конструкций бурового оборудования, создаваемых и выпускаемых серийно специализированными мировыми предприятиями.

Показатель процесса бурения различных скважин зависит от эффективности разрушения и очищения породоразрушающим инструментом горного массива с забоя скважины.

Конструкции буровых инструментов, которыми оснащаются современные буровые установки в зависимости от горно-геологических условий отличаются большими техническими и технологическими разнообразиями.

В последние годы, на российский рынок буровой промышленности поступает значительное количество буровых инструментов и оборудования зарубежного производства. Среди зарубежных организаций, наибольший опыт по поставкам буровых инструментов и оборудования (строительных и геологоразведочных) имеют страны США, Япония, Италия и Германия. Ниже представлены продукции наиболее распространённых буровых инструментов, зарубежных организаций:

Германская Фирма «*Klemm*» выпускает и поставляет строительным и геологоразведочным организациям все необходимые оборудования и инструменты для бурения скважин.

Однако, как показала отечественная практика применение и внедрение в производство геологоразведочным и строительным организациям серийных зарубежных буровых породоразрушающих инструментов приводит к большим экономическим затратам. Это связано с дорогостоящим обслуживанием буровых инструментов при поломках и доставкой запасных частей. Отмеченные обстоятельства выдвигают актуальную научно-техническую задачу отечественным производителям по разработке высокопроизводительных породоразрушающих инструментов для бурения скважин по различным породам.

В этом направлении отечественными организациями совместно с научными центрами ВНИИБТ, ВИТР, ВИЭМС, ИГД им. А.А. Скочинского, РГГРУ им. Серго Орджоникидзе и др., с целью решения задачи – создания новых и совершенствования существующих конструкций буровых инструментов, стали серийно выпускать модернизированные аналоги зарубежных породоразрушающих инструментов различного варианта и технологий работ для вращательного бурения скважин по различным горно-геологическим и климатическим условиям. Среди них широкое применение нашли лопастные и шнековые буры.

Лопастные буры, в основном оснащаются бурильно-крановыми машинами для циклического бурения скважин. Конструкция лопастных буров состоит из корпуса, в котором прикреплены режущие элементы (резцы) и забурник. Для увеличения срока режущих элементов наплавляют износостойкими материалами. Забурник в лопастных бурах, является ключевым элементом, который позволяет центрировать бур по оси скважины в процессе бурения по мягким, однородным породам. Лопастные долота используются для мягкой породы или рыхлой. У них достаточно преимуществ перед другими видами буровых устройств. Лопастное оборудование режущего типа применяется для бурения скважин геологоразведочных на небольшие глубины.

Многолетний опыт эксплуатации различных буровых машин отечественного и импортного производства показывает, что область применения шнеков ограничивается техническими возможностями поставляемых породоразрушающих инструментов.

При бурении скважин шнековым способом, наивысшие скорости возможны только при достижении соответствия между интенсивностью разрушения (резания) горных пород на забое и транспортирования выбуренной породы на поверхность. Эффективность разрушения мерзлых пород на забое скважины и очистка забоя скважины от бурового шлама прямо зависят от типа и конструкции породоразрушающего инструмента.

На выбор параметров породоразрушающего инструмента решающее влияние оказывают физико-механические свойства многолетнемерзлых пород.

Под параметрами породоразрушающего инструмента понимаются такие конструктивные элементы как: геометрия режущих элементов (размеры, форма резцов и корпуса), схема расположения резцов на буре, а также транспортирующие лопасти бура [2, 4].

На основании анализа литературных данных и практики бурения скважин, обзора проведенных научно-исследовательских работ, лучших отечественных и зарубежных конструкций буров, с учетом физико-механических свойств многолетнемерзлых пород, рекомендуются следующие технико-технологические основы конструирования породоразрушающего инструмента для бурения скважин большого диаметра в условиях криолитозоны:

1. Центральная опережающая реза (забурник) в процессе бурения обеспечивает центрирование породоразрушающего инструмента в скважине. Но как показывает практика бурения скважин по мерзлым песчано-галечниковым отложениям, чем больше диаметр породоразрушающего инструмента, тем малоэффективна функция забурника. Это связано с тем, что при резании резцами, расположенными по концентрическим кругам с разной окружной скоростью  $v$ , понижающейся от периферии к центру забоя скважины достигая по оси центрального опережающего резца (забурника)  $v=0$  разрушение породы забурником происходит только за счет раздавливания под осевой нагрузкой  $C_0$  без резания. Таким образом, центральная опережающая часть (забурник) превращается в своего рода опорный элемент вращающегося породоразрушающего инструмента и замедляет механическую скорость бурения  $V_{мех}$ . Исходя из этого, необходимо видоизменить конструкцию породоразрушающего инструмента, устранив опережающую центральную реза (забурник).

2. Резцы в породоразрушающем инструменте должны быть сменными и удобными для быстрой замены при износе или поломках.

3. Рациональная форма, размеры и геометрия режущих элементов породоразрушающего инструмента должны обеспечивать минимальные энергозатраты при разру-

шении мерзлых горных пород. Этим требованиям наиболее отвечает цилиндрическая остроконечная форма резца (см. *рис. 1.*).

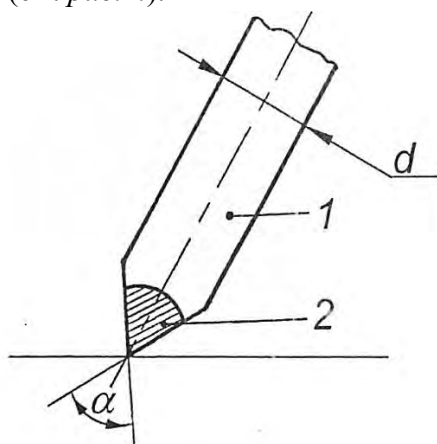


Рис. 1. Цилиндрическая форма резца  
1 – корпус резца; 2 –резец, армированный твердым сплавом.

4. Основные показатели бурения во многом зависят от правильного выбора оптимального угла резания  $\gamma$  резцов.

Вопросами влияния оптимального угла резания  $\gamma$  при бурении скважин в мерзлых породах занималось не малое количество исследователей [2, 3, 4]. В настоящее время не даны четкие рекомендации по выбору оптимального угла резания и с учетом заключений авторов, оптимальным считается угол от  $30^\circ$  до  $40^\circ$ . Однако, учитывая существенное повышение прочностных свойств мерзлых песчано-глинистых пород, считаем возможным увеличение угла резания  $\gamma$  до  $50-60^\circ$ .

5. Для бурения скважин в сложных горно-геологических условиях должен применяться породоразрушающий инструмент со специальными резцами. Расположение резцов по высоте должно обеспечивать эффективное разрушение горной породы на забое. При этом, резцы должны иметь минимальную и достаточную площадь контакта с горным массивом: минимальную – для уменьшения выделяемой теплоты и достаточную – для обеспечения объемного разрушения мерзлых пород на забое скважины [1, 2].

Главным осложняющим фактором сооружения скважин в условиях многолетне-мерзлых пород является процесс теплообразования на забое в процессе резания мерзлой горной породы [5].

Тепловое явление, возникающее при разрушении мерзлой горной породы, объясняется тем, что в процессе бурения, при контакте резцов с горным массивом в области рабочей поверхности повышается интенсивность нагрева режущих элементов и из-за перехода механической энергии разрушения горных пород в тепловую энергию.

Уменьшение выделяемой теплоты можно достичь путем конструирования специального двухлопастного породоразрушающего инструмента, в котором резцы на лопастях расположены по одному ряду с разными высотами, при этом резцы одного ряда по концентрическим кругам при вращении должны проходить между резцами второго ряда, в этом случае обеспечивается объемное разрушение мерзлой породы на забое, с минимизацией выделяемой температуры.

#### Список литературы:

1. Басов И. Г. Исследование влияния формы режущей части инструмента на износостойкость при разрушении мерзлых грунтов / И. Г. Басов, В. Б. Лещинер // Исследование землеройных машин: сб. – Томск: Изд-во ТПУ, 1977. – С. 39-44.

2. Бугаев В. Г. Исследование процесса, разработка конструкции режущего инструмента и обоснование режимов вращательного бурения скважин: дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 2004. – 307 с.

3. Грабчак Л. Г. Горноразведочные работы / Л. Г. Грабчак. – М.: Высш. шк., 2003. – 661 с.

4. Линьков С. А. Разработка конструкции и обоснование параметров рабочего органа для бурения скважин в мерзлых грунтах: дис. ... канд. техн. наук. – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, 2007. – 185 с.

5. Минаков В. М. Влияние температурного режима в скважинах большого диаметра на бурение и качество опробования при разведке мерзлых россыпей / В. М. Минаков, И. В. Морозов // Геология и разведка. – 1991. – № 3. – С. 73-85.

### **Анализ факторов, влияющих на устойчивость пород в подземных горных выработках шахт Южной Якутии**

*Кирейченков А.А., аспирант,*

*Захаров Н.И., студент,*

*Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,*

*г. Нерюнгри*

*E-mail: saha.zakharovkolya1993@mail.ru*

*Научный руководитель:*

*д-р техн. наук, профессор Гриб Н.Н.*

Динамические проявления горного давления по силе и характеру проявления подразделяются на горные удары, горно-тектонические удары, микроудары, толчки, стрельания. К внешним признакам склонности массива к динамическим проявлениям горного давления относится интенсивнее заколообразование и шелушение пород [1,2,8].

Геодинамические явления, в первую очередь горные удары, вызываются природными высокими напряжениями, складывающиеся с дополнительной нагрузкой, вызванной ведением горных работ в породах, склонных к хрупкому динамическому разрушению. Как показали наблюдения за произошедшими горными ударами и участков с категорией «Опасно», большая часть из них приурочена к тектонически напряженным зонам (ТНЗ), сформированным тектоническими нарушениями, в первую очередь к разрывными нарушениями [3,5].

По результатам исследований на шахтах Южной Якутии: «Денисовская», «Инаглинская», более 50 напряженных и около 80 разгруженных участков, выделенных отличительными геологическими признаками тектонически-напряженных и разгруженных участков (табл.1). На напряженных участках, зона повышенных напряжений имеет высокую интенсивность и находится на самом шве разлома, на разгруженном участке – на самом шве находится разгруженная зона («ложная выработка»), окруженная с обеих сторон малоинтенсивными ТНЗ. Как правило, напряженные зоны приурочены к особым участкам разрыва - замыканиям, изменениям угла падения или простирания, изгибам, сопряжениям с оперяющими разрывами, пересечениям слоев повышенной крепости (в т. ч. линз крепких пород в почве и кровле залежи) и т.д.

**Геологические признаки тектонически-напряженных  
и разгруженных участков**

Характерный признак	Участок	
	Напряженный	Разгруженный
Сместитель	Гладкий, закрытый, плотно сжатая трещина	Неровная волнистая поверхность
Зона дробления	-	Есть, ширина 0,1-0,4м, иногда до 0,9м, содержит обломки пород кровли и почвы
Зона перемятого угля	Практически нет (первые сантиметры)	Есть, протяженность до 1,5м, часто землистая масса
Сопутствующие нарушения	-	Есть, зона шириной до 2,5 амплитуд разрыва
Наличие заполнителя	-	Есть, как правило, кальцит в виде примазок на стенках трещин, а также жил
Вмещающие породы	Монолитные	Сильно дислоцированные

Интенсивные ТНЗ связаны не только с единичными разрывами, но и с системами разрывов. К числу наиболее опасных структур шахт: «Денисовская», «Инаглинская» относятся системы разрывных нарушений: взбросов, сбросов и надвигов с углами падения 12°-15° и амплитудой до 30-40 м.

Тектонически напряженные зоны с повышенной опасностью динамических явлений формируются и в складчатых структурах, при этом положение ТНЗ зависит от типа складок. В пологих антиклинальных и синклиналиных складках с внутренним углом более 90° и величиной изгиба (отношение высоты складки к ее ширине) менее 0,1 наибольшее увеличение уровня напряжений и удароопасности приходится на замок складки. В складках с большими углами ТНЗ, как правило, располагаются в переходных зонах от крыльев к замку. Значительную опасность представляют также переходный тип нарушений от пликативных к дизъюнктивным – флексурные складки, которые с геомеханической позиции можно рассматривать как не полностью реализовавшиеся разрывы. Наиболее интенсивные ТНЗ, как правило, сосредоточены в замковой зоне флексурных складок и около замыканий разрывов, продолжающих флексуры.

Сложение естественных повышенных напряжений с горным давлением, вызванным ведением горных работ приводит к формированию зон повышенной опасности - геодинамически опасных зон (ГОЗ). Интенсивность формирующихся ГОЗ зависит не только от характеристик локального ТНЗ и параметров ведения горных работ, но также от напряженности геодинамического блока, в которой расположена ГОЗ.

Наиболее точную оценку напряженности геодинамического блока дают расчеты полей напряжений, скорректированные с учетом региональных макросейсмических наблюдений и статистики локальных наблюдений в горных выработках. Однако уже на начальных этапах возможна оценка напряженности блока с помощью расчета степени его деформированности. Для этого в системе примерно параллельных разломов сопоставляется тангенсы углов сдвига, оцененные по представительному маркирующему слою. В блоках с наибольшей деформированностью и напряженностью формируются зоны с наибольшей геодинамической опасностью, и, наоборот, в тектонически разгру-

женных блоках даже достаточно интенсивные ТНЗ, как правило, не ведут к формированию особо опасных ГОЗ [1, 2,4,6,7]. Бинарная классификация возможных геодинамических явлений представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Классификация интенсивности формирующих ГОЗ в тектонических блоках различной напряженности**

	Напряженные блоки	Ненапряженные блоки
Опасный участок разрыва	<p>Наиболее интенсивные ТНЗ и ГОЗ.</p> <p><b>При проведении подготовительных выработок</b> возможны стрельяния, толчки, микроудары, внезапные выбросы иногда – горные удары.</p> <p><b>При очистных работах</b> возможны горные удары и выбросы, иногда - горно-тектонические удары.</p>	<p>Малоинтенсивные ТНЗ, и ГОЗ по распределению напряжений, близкие к интенсивным ТНЗ.</p> <p><b>При очистных работах</b> возможны выбросы, стрельяния, толчки, микроудары, реже – горные удары</p> <p>Такие ТНЗ можно сопоставить с ТНЗ, связанными с твердыми включениями в кровле и почве залежи.</p>
Безопасный участок разрыва	<p>Малоинтенсивные ТНЗ и ГОЗ.</p> <p><b>При проведении подготовительных выработок</b> возможны высыпания, обрушения кровли, газодинамические явления</p> <p><b>При очистных работах</b> высыпания, возможны высыпания, обрушения кровли, газодинамические явления, стрельяния, толчки, микроудары.</p>	<p>Отсутствие ТНЗ.</p> <p><b>При проведении подготовительных выработок</b> возможны высыпания, вывалы, обрушения кровли.</p> <p><b>При очистных работах</b> возможны высыпания, обрушения кровли.</p>

По мере построения геодинамической модели месторождения уточняется вероятность возникновения ТНЗ и ГОЗ в различных тектонических структурах обрабатываемого месторождения.

На данный момент, сравнительно слабо или недостаточно раскрыто влияние природных и технических факторов на устойчивость породных обнажений, в особенности обнажений пород кровли в подготовительных выработках по угольным пластам Южно-Якутского бассейна.

Для решения поставленных задач проводились натурные наблюдения в подготовительных выработках на шахтах: «Денисовская», «Инаглинская».

Проводимые натурные наблюдения включали в себя:

- зарисовки вывалов горных пород;
- замеры высоты и ширины выработки в проходке на месте вывала, ширины, высоты и длины обрушения горных пород;
- замеры времени устойчивого состояния обнажения пород кровли до потери устойчивости;
- метеорологические условия в подземных горных выработках;
- определялась мощность слоев и пропластков.

Исследования свойств горных пород производились на глубине от 100 до 400 м.

За период с 2003 по 2014 гг. в подготовительных выработках шахт Южной – Якутии произошло 730 случаев обрушения угля и пород кровли высотой до 3-4 м, из них 73 % непосредственно при проходке, 27 % – после проведения выработок в процессе их эксплуатации вне зоны и в зоне влияния очистных работ.

Проводились натурные наблюдения в подготовительных выработках на шахтах Алдано-Чульманского угленосного района – шахты: «Денисовская», «Инаглинская».

Проводимые натурные наблюдения включали в себя:

- документирование литологических типов пород кровли в проводимых горных выработках (Рис. 1);

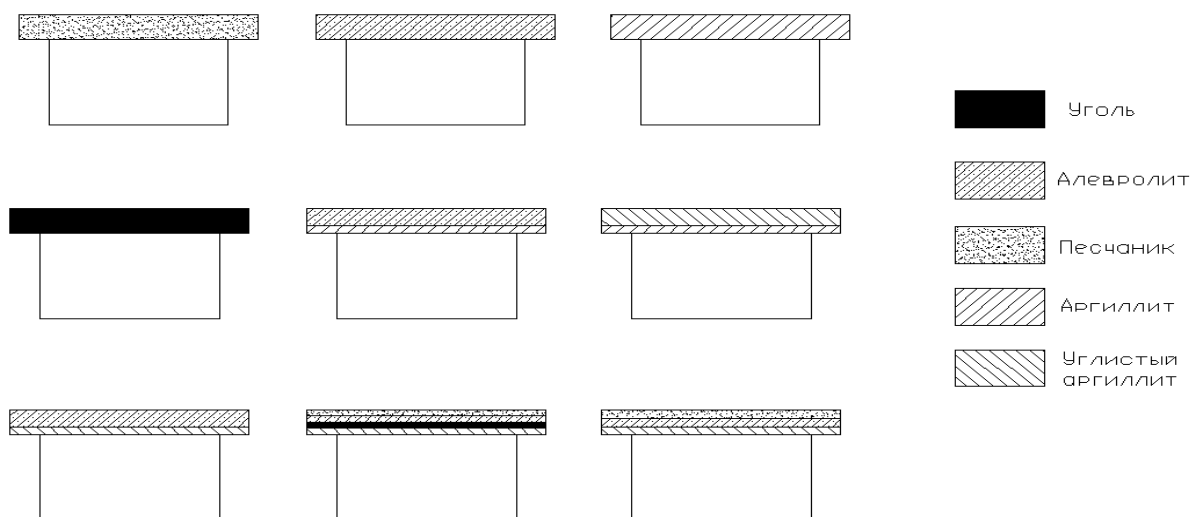


Рис. 1. Литологические типы пород кровли в проводимых выработках

- документирование вывалов горных пород в подготовительных выработках (Рис. 2);

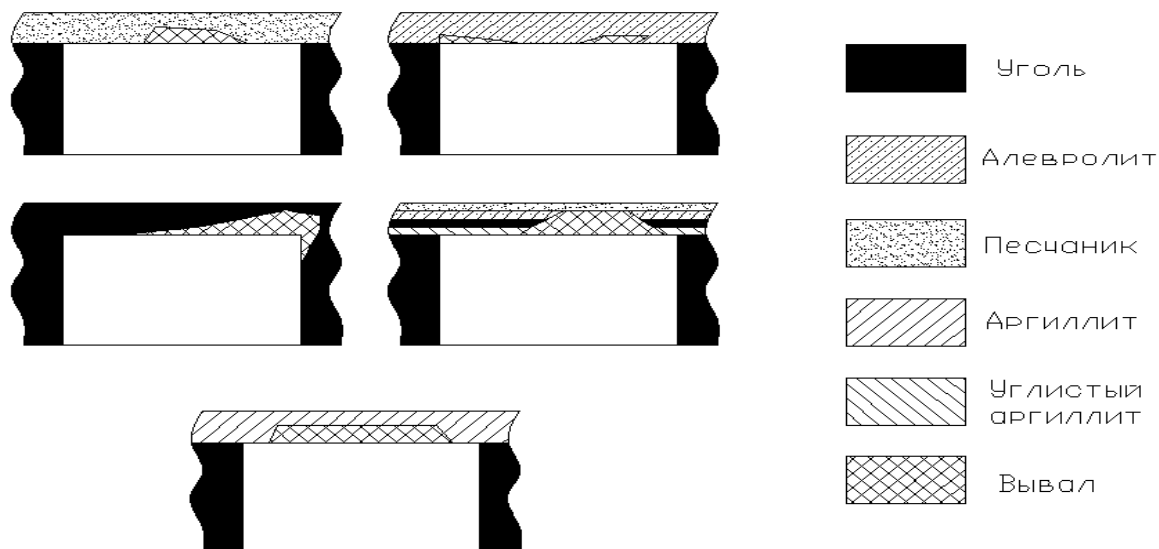


Рис. 2. Виды вывалов горных пород в проводимых выработках

- замеры времени устойчивого состояния обнажения пород кровли до потери устойчивости (Рис. 3);



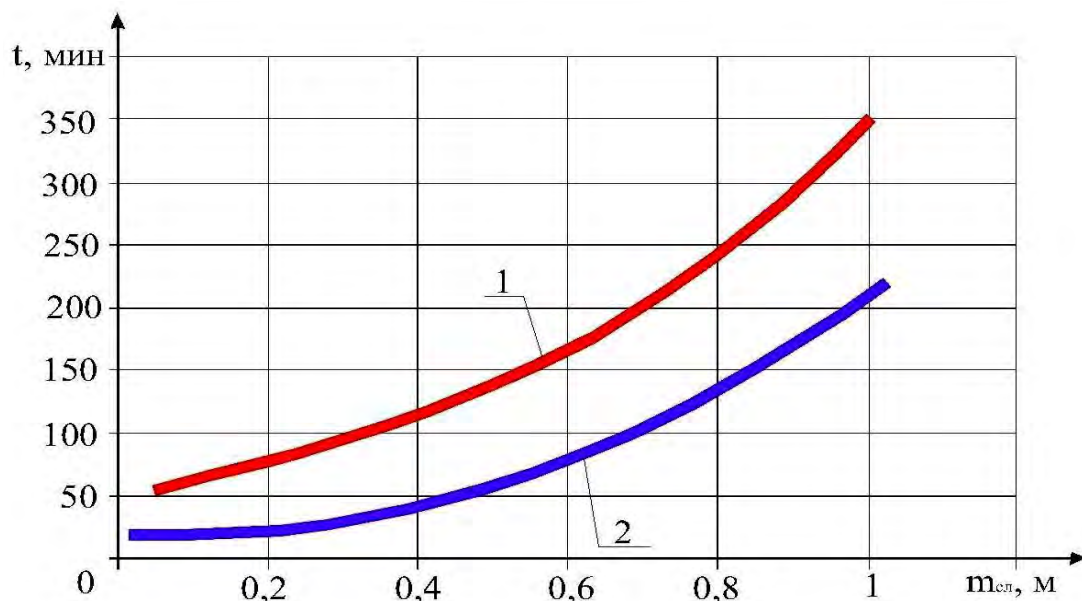


Рис. 3. Зависимость времени (t) устойчивого состояния породного обнажения от мощности слоя (m)

1. Кровля сложена слоями алевролитов и песчаников;
2. Кровля сложена слоями алевролитов и песчаников, с включениями прослоек угля мощностью 50-70 мм

- определялась мощность слоев и пропластков;
- замеры высоты и ширины выработки в проходке на месте вывала, ширины, высоты и длины обрушения горных пород;
- метеорологические условия в подземных горных выработках (Рис.4);

Температура воздуха подземных выработок согласно правилам безопасности по ведению горных работ должна быть не выше 25°; в случаях же более высокой температуры требуется принятие специальных мер для ее снижения.

Характерной особенностью микроклимата подземных выработок являются резкие колебания отдельных его компонентов, в особенности температуры воздуха и его подвижности, на различных участках подземных выработок.

Резкая смена отдельных компонентов метеорологического фактора имеет значение

как для рабочих, постоянно передвигающихся по выработкам, так и для лиц, занятых в забоях, поскольку им приходится длительное время находиться у ствола шахты в ожидании подъема на поверхность.

Самая низкая температура воздуха наблюдается, как правило, у ствола шахты, а самая высокая – в очистных забоях. По мере удаления от ствола шахты температура воздуха повышается. Относительная влажность изменяется мало; следовательно, абсолютная влажность повторяет полностью кривую изменения температуры. Скорость же движения воздуха по мере удаления от ствола шахты значительно падает и достигает своего минимума в очистных забоях.

На изменение температуры воздуха подземных выработок оказывают влияния следующие факторы:

1. температура воздуха на поверхности;
2. теплота сжатия;
3. теплота горных пород;
4. теплота от окисления угля;

5. испарение воды и осаждение водяных паров из воздуха;
6. прочие факторы (выделения тепла людьми, работа машин и др.).

Некоторые из указанных факторов способствуют повышению температуры, другие – снижению ее.

На рис. 4 показано, что температура воздуха подземных выработок зависит от температуры воздуха на поверхности, причем эта зависимость сохраняется при различной глубине шахты; чем меньше глубина шахты, тем резче выявляется эта зависимость.

Теплота образуется также при сжатии воздуха нисходящей струи, поступающей в шахту. Установлено, что на каждые 100 м глубины температура воздуха повышается на 1°. Таким образом, при глубине шахты 800 м воздух, проходя через нее, нагревается на 8°.

Теплота горных пород зависит от глубины их залегания; она оказывает влияние на температуру воздуха подземных выработок вследствие происходящего теплообмена между породами и воздухом, проходящим по выработкам.

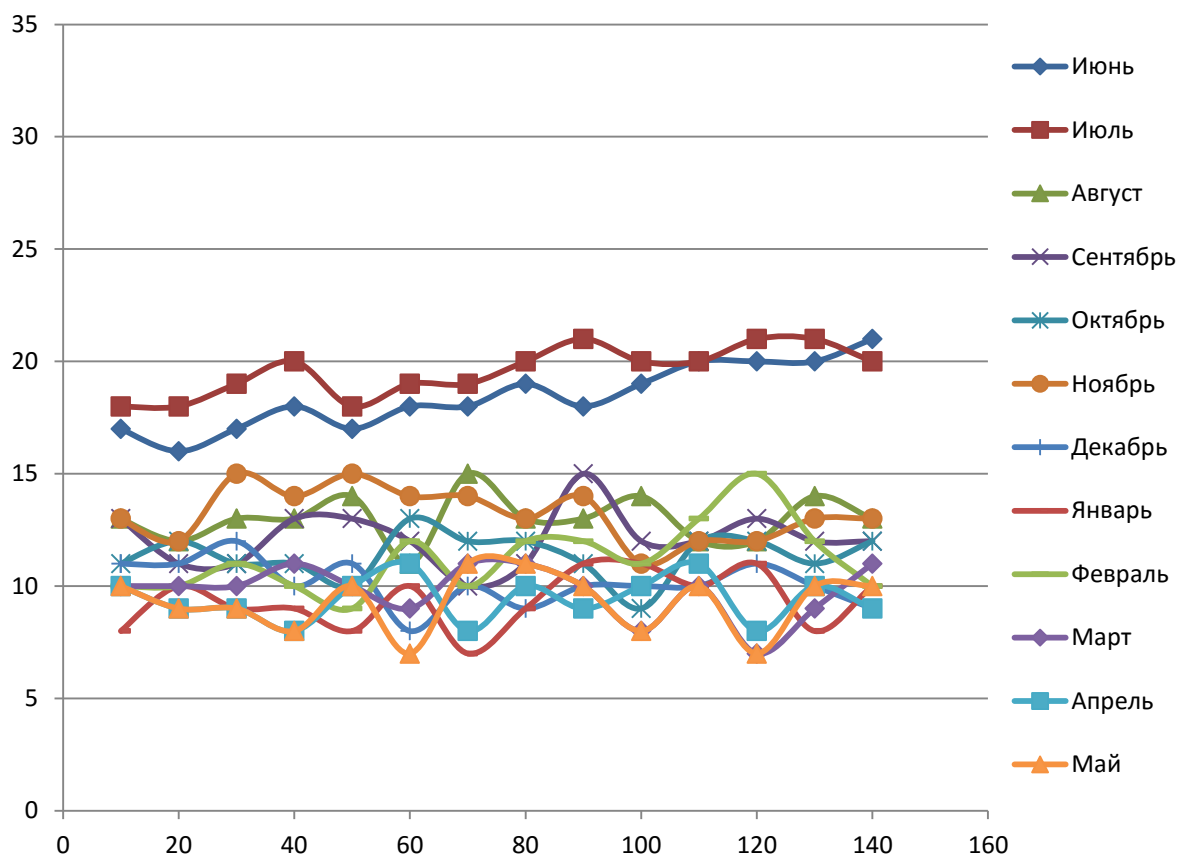


Рис. 4. График изменения температуры воздуха подземных выработок в зависимости от глубины проведения выработки и времени года

Значительное повышение температуры воздуха может происходить за счет окисления угля, особенно в пыльных шахтах и при наличии в забое большого количества мелкого угля – штыба.

Для охлаждения воздуха особое значение имеет испарение воды. Как известно, для испарения 1 г воды требуется 0,6 ккал. В подземных выработках процесс испарения воды происходит очень интенсивно, – об этом свидетельствует увеличение абсолютной влажности по мере удаления от ствола шахты. Влияние каждого из указанных

факторов на изменение температуры воздуха подземных выработок неодинаково в различных местах.

Теплота сжатия наблюдается только в стволе шахты; теплота пород оказывает влияние на температуру воздуха на всей протяженности выработок, причем зимой воздух нагревается, так как он холоднее пород, а летом, вплоть до очистных забоев, охлаждается, так как он теплее пород, и только в очистных забоях (свежее обнажение) происходит нагревание воздуха.

Важным компонентом метеорологических условий является влажность воздуха.

Как уже указывалось, относительная влажность в очистных и подготовительных выработках остается почти постоянной независимо от глубины шахты и сезона года.

То же характерно и для остальных мест подземных выработок, причем значительных колебаний на всей протяженности выработок не наблюдается, так как воздух подземных выработок почти полностью насыщен влагой (соответственно температуре воздуха в каждом месте). Наконец, существенную роль в создании определенного микроклимата играет скорость движения воздуха, которая в подземных выработках зависит от количества подаваемого воздуха и от степени его использования по прямому назначению. В условиях подземных работ значительная часть воздуха не доходит до всех забоев, а по кратчайшему пути уходит к вентиляционному стволу, поэтому в забое трудно достигнуть необходимой скорости движения воздуха для создания микроклимата, благоприятствующего нормальной теплоотдаче организма.

Разрабатываются мероприятия по охлаждению воздуха в подземных выработках угольных шахт. Принципиально все эти мероприятия основываются на использовании холодильной установки на поверхности.

- Исследования свойств горных пород производились на глубине от 100 до 200 м.
- Для лабораторных исследований свойств горных пород в призабойном пространстве проводимых выработок отбирались образцы пород неправильной формы из кровли и боков выработок.

Установлено, что в процессе проведения общей протяженности горизонтальных горных выработок около 56 % породных обнажений теряют устойчивость непосредственно при обнажении или спустя некоторое время после обнажения (20-350 минут в зависимости от мощности слоя), приводящих к снижению скорости проведения выработок на 40-50 %, увеличению расходов на крепление и поддержание выработок на 20-30 %, кроме того, 35-40 % несчастных случаев происходит непосредственно при проведении горных выработок. Существующие рекомендации, ориентированные на повышение устойчивости породных обнажений не в полной мере могут дать необходимые сведения для своевременного уточнения и принятия мер по повышению устойчивости и снижению травматизма в процессе сооружения и поддержания горных выработок.

#### Список литературы:

1. Гриб Н.Н., Самохин А.В. Физико-механические свойства углевмещающих пород Южно-Якутского бассейна. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 240 с.
2. Еременко А.А. Проведение и крепление горных выработок в удароопасных зонах (А.А. Еременко, А.И. Федоренко, И.А. Копытов). – Новосибирск: Наука, 2008. – 236 с.
3. Методические указания по геолого-геофизической методике изучения физических свойств пород угольных месторождений. – М.: Нефтегеофизика, 1989. – 102 с.

4. Михайличенко Ф.Ф. Катков И.И. Влияние состояния образцов горных пород, извлеченных из глубины, на их физико-механические свойства // Инженерная геология. - 1980. - №3. С. 69-73.

5. Ненашев Р.И., Аксененко М.И., Жингель И.П. Геологические факторы, влияющие на поведение боковых пород Прокопьевского района. // Физико-механические проблемы разработки полезных ископаемых. №15, 1972. - С. 10 - 21.

6. Ненашева Р.И. Опыт составления карт прогноза устойчивости кровли и почвы угольных пластов на примере Кузбасса // Экспресс-информация. Серия: геология, методы поисков и разведки месторождений твердых горючих ископаемых. - М.: Изд-во ВИМСА, 1971. - № 4. - 6с.

7. Никитина Г.А. Исследование геологических факторов, определяющих инженерно-геологические свойства массива углевмещающих пород месторождений Южно-Якутского бассейна. // Сборник научных трудов. Инженерно-геологическое изучение массивов пород при разведке месторождений полезных ископаемых. Труды вып. 143. Отв. ред. Б.М. Гамалей. - М.: ВСЕГИНГЕО, 1981. 72 с.

8. Петухов И.М. Горные удары на угольных шахтах Министерство промышленности и энергетики РФ. ФГУП «Государственный НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела – МНЦ ВНИМИ» - 2004г., 238с.

### **Буровые растворы для низкотемпературных скважин**

*Кондаков А.Ю., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: aialkondakov@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, профессор Скрабин Р.М.*

В последнее время началась активная разведка и освоение нефтяных месторождений Севера и Северо-Востока страны, таящих в себе огромные запасы горючих ископаемых. Одним из факторов, тормозящих темпы разведки и освоения этих районов, является сложность бурения скважин в многолетнемерзлых породах. Мощность толщи мерзлых пород, понижаясь с севера на юг, составляет в долинах 0-200 м, достигая в отдельных пунктах 1000-1200 м. Естественная температура мерзлоты колеблется от -15 до 0°С. Осложнения при бурении скважин в интервалах мерзлых пород обусловлены тепловым воздействием буровых растворов на лед, цементирующий эти породы. В результате этого происходит их разрушение, приводящее к возникновению осыпей и обвалов стенок скважин.

Многолетнемерзлые породы (ММП) согласно принятой терминологии называются такие породы, которые находятся в мерзлом состоянии на протяжении многих (от трех и более) лет.

При бурении в толще многолетнемерзлых пород возникают следующие осложнения:

- интенсивное кавернообразование в интервалах залегания ММП и низкотемпературных талых пород (НТП), осыпи и обвалы пород, приводящие к прихвату, слому бурового инструмента, размыв, провалы фундамента под буровой установкой в результате протаивания мерзлых пород, прилегающих к поверхности;

- протаивание, размыв ММП и НТП за направлением, кондуктором, проникновение бурового раствора в затрубное пространство, в том числе соседних близко расположенных скважин при бурении с поглощением бурового раствора с частичной или полной потерей его циркуляции в стволе;
- выбросы бурового раствора, воды, газа из-за наличия зажатых меж мерзлых вод и пропластков гидратов [1].

Главный путь решения проблемы предотвращения выше указанных осложнений заключается в использовании циркулирующих агентов, позволяющих поддерживать отрицательный температурный режим промывки, при котором не происходит теплового разрушения льда, цементирующего породу. Во избежание разрушения льда, температура бурового раствора, входящего в скважину, должна быть отрицательной и, по возможности, близкой к температуре ее стенок.

Поэтому важнейшее значение имеет сохранение теплового баланса системы «скважина – пласт», которое достигается путем использования растворов на углеводородной основе с добавками антифризов и газообразных агентов, обладающих низкой теплопроводностью [2].

Одним из основных требований к буровым растворам для условий Севера является малокомпонентность и недефицитность, простота приготовления и регулирования свойств раствора.

*БР на углеводородной основе.*

Эти растворы в отличие от водных растворов являются сложными по составу, изготовлению и являются более дорогими.

Компонентами растворов на углеводородной основе являются: нефтяная среда, структурообразователь в виде коллоидной фазы, стабилизирующее вещество и при необходимости утяжелитель. В нашей стране в качестве нефтяной среды широко используется дизельное топливо, в качестве структурообразователя и коркообразующего компонента – высокоокисленный битум. СНС (статическое напряжение сдвига) регулируется с помощью ПАВ.

Состав типового битумного раствора: 70-85% дизельного топлива, 15-20% порошкообразного окисленного битума, 1% окисленного парафина и 1% каустика [3,4].

*Аэрированные буровые растворы.*

Бурение скважин с очисткой забоя пенами является прогрессивной технологией, используемой в процессе строительства нефтяных скважин при аномально низком давлении пласта (в условиях поглощения), водозаборных скважин, а также при бурении скважин на твердые полезные ископаемые, бурении в мерзлоте. Бурение может осуществляться различными способами и в разнообразных геологических и горно-технических условиях.

Аэрация раствора производится либо механическим путем – насыщением исходного раствора воздухом, либо химическим путем – обработкой раствора ПАВ, вовлечение в него воздуха и удерживанием его в виде мельчайших пузырьков, стабилизированных пленкой ПАВ [4].

Но эти методы не всегда выполнимы из-за трудностей технического и технологического характера, поэтому для промывки чаще всего используется глинистый раствор на водной основе с минерализацией 10% NaCl, KCl или CaCl<sub>2</sub> и обработанный полимерами и биополимерами.

При добавке к 15%-ной суспензии глинопорошка 0,3-0,5% карбоната калия и 0,5% КМЦ скорость таяния льда снижается на 18%, а 0,025% полиэтиленоксида (ПЭО) – на 42%, т.е. эффективность ПЭО выше, чем КМЦ.

Для снижения растепления ММП необходимо иметь:

- повышенную вязкость ( $60 \pm 10$ с) и высокую СНС (статическое напряжения сдвига) раствора для предотвращения его турбулизации;
- скорость выходящего потока в затрубном пространстве не более 0,15 м/с;
- температуру циркулирующего раствора не более  $5^{\circ}\text{C}$ , а время разовой циркуляции не более 20 ч.

Растворы на солевой основе на сегодняшний день являются самым эффективным и экономически выгодным [5].

С каждым годом разрабатываются все новые и новые рецептуры и технологии приготовления буровых растворов. Но в нашей стране совершенствованием бурового раствора для бурения в многолетней мерзлоте, занимаются единицы, хотя эта проблема стоит уже давно. И это направление является одним из актуальных на сегодняшний день.

#### Список литературы:

1. Стригоцкий С.В. Основы управления качеством строительства скважин в многолетнемерзлых породах. - М.: ВНИИОЭНГ, 1991. - 179 с.
2. Басарьгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – М., 2000.
3. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. – М., 2000.
4. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы. – М.: ОАО "Издательство "Недра", 1999.
5. Пеньков А.И. Учебное пособие для инженеров по буровым растворам. – Волгоград: Изд-во "Интернешнл Касп Флюидз", 2000.

### **Геофизические измерения в скважинах, используемых при подземной газификации угля**

*Литвиненко А.В., канд. техн. наук, начальник  
отдела научных исследований и инновационной  
деятельности,*

*Шовкань И.Г., студентка,*

*Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри*

*E-mail: titrovez@mail.ru*

Геофизические методы исследований в скважинах ставят с целью решения следующих задач:

1. Контроль за техническим состоянием скважин до обсаживания и тампонирования скважины.
2. Определения положения угольного пласта его мощности и строения.
3. Оценка температурного режима скважины с целью определения глубины залегания нижележащей кромки многолетнемерзлых пород.
4. Контроль целостности эксплуатационной обсадной колонны и качественность её цементации.

Для решения поставленных задач применяется следующий комплекс геофизических работ: электрический каротаж КС; кавернометрия; инклинометрия; акустический каротаж АК; термометрия; токовый каротаж ТК; гамма каротаж ГК.

Стандартный электрический каротаж КС, индукционный каротаж ИК проводится во всех скважинах, кроме контрольных, для детального расчленения геологического разреза, определения верхней и нижней границ продуктивного пласта, выделение литологических разностей. Электрокаротажные работы способом КС, ИК выполняются в промытых скважинах до начала оборудования их обсадными колоннами в масштабе 1:200 по всему профилю скважин и в масштабе 1:50 в пределах продуктивного горизонта. Каротаж КС производится стандартным градиент-зондом по общепринятой методике.

Кавернометрия, инклинометрия и токовый каротаж проводятся во всех скважинах для контроля за состоянием стенок скважин, величины искривления, техническим состоянием обсадных колонн. Регистрация кавернограмм производится непрерывно по всему стволу в масштабе 1:200. Замет искривления скважин инклинометром производят через каждые 25 метров длины ствола в масштабе 1:200. Токовый каротаж производится после цементации обсадных труб в масштабе 1:200 на реже одного раза в месяц.

Термометрия, акустический каротаж и акустическая цементометрия АКЦ как методы контроля за качеством гидроизоляции и цементирования обсадных и эксплуатационных колонн проводятся во всех скважинах, кроме разведочных и контрольных. Температурные измерения в скважинах проводят до начала цементирования и не позже одних суток после схватывания цементного раствора по всему стволу скважины в масштабе 1:200.

В наблюдательных скважинах на стадии проведения подземной газификации термокаротаж используется как один из возможных методов контроля за продвижением фронта горения.

Для контроля качества гидроизоляции и цементирования по всему стволу скважины с наибольшим эффектом может применяться акустический каротаж по волновым картинам и по затуханию. Если измеряется величина, характеризующая амплитуду колебания головной волны, поступающей из колонны, и установлено, что амплитуда их мала, то это указывает на наличие за трубами цементного кольца и сцепления его с колонной, то есть указанным методом определяют акустические параметры цементных труб в различных сочетаниях с цементным камнем. Геофизические исследования с помощью акустического цементомера АКЦ-1, проведенные до спуска эксплуатационной колонны и после спуска и цементирования, выявляют возможность однозначной интерпретации показаний АКЦ-1 для оценки качества цементирования.

Для получения данных о плотности цементного камня и характере распределения за колонной используется акустический каротаж по волновым картинам. Оценку плотности цементного камня по волновой картине следует вести с выделением на ней волн по колонне, породе и буровому раствору, используя при этом время их вступления, частотный признак и характеристику пород, пересеченных скважиной. Затем по значениям данных каротажа, полученных до обсадки скважины, определяют состояние контакта цементного камня с колонной и породой.

Акустическая цементометрия АКЦ выполняется в масштабе глубин 1:200 с регистрацией амплитудных и скоростных характеристик.

Резистивиметрия (индукционная) выполняется в технологических и наблюдательных скважинах для определения мест водопритока, послонных скоростей и коэффициентов фильтрации. Регистрация кривых резистивиметрии производится в масштабе 1:200 по всему стволу скважин и в масштабе 1:50 в пределах углеводородного горизонта.

Расходомерия ставится в технологических и наблюдательных скважинах для оценки фильтрационных свойств проницаемых зон в условиях заданных режимов в пределах углевмещающего горизонта. Измерения производятся при установившемся гидродинамическом уровне на стадии возбуждения скважин (откачки, нагнетания, наливов) при двух-трех ступенях положения раствора. Замеры дебитов скважин производятся поточечной регистрацией с шагом наблюдения 5 метров, с последующей детализацией через 1-2 метра в масштабе 1:50. Необходимость дальнейшей детализации с шагом менее 1-2 метров устанавливается из анализа графиков измерения расхода жидкости от глубины скважины. Перед производством расходомерии очищают стенки скважины от шлама и глинистого раствора.

При выборе оборудования для производства расходомерии должна учитываться возможность погружения и свободного перемещения расходомера по стволу скважины. Одновременно с регистрацией расхода растворов производятся регулярные наблюдения за их уровнем в скважинах, а также измеряется суммарный дебит раствора на устье скважины.

Гамма-каротаж выполняется во всех скважинах для литологического расчленения пород геологического разреза, определение границ продуктивных горизонтов, выделения элементов залегания угольного пласта, определения исходных данных для подсчета запасов полезного ископаемого. Гамма каротаж проводится по всему стволу в масштабе 1:200 и в пределах продуктивного горизонта в масштабе 1:50 с последующей детализацией аномальных участков.

Внешним контролем результатов электрического каротажа КС, ПС, ИК, гамма-каротаж ГК являются результаты анализа кернового материала.

Внутренним контролем является повторный и контрольный каротаж скважин. Контрольный каротаж должен составлять 10% от общего объема каротажа. Расхождение между основным и контрольным каротажом не должно превышать 10%.

Определение целостности обсадных и эксплуатационных колонн, мест и формы повреждения, а также величины внутреннего диаметра труб по длине колонны производится с помощью специальной геофизической аппаратуры.

Для исследования дефектов колонны разработан прибор ИД-1, а для определения внутреннего диаметра колонны – прибор НЭМ-70, который позволяет регистрировать суммарный внутренний диаметр колонн с точностью  $\pm 1$  мм. При работе прибора ИД-1 могут одновременно записываться две кривые: кривая дефектов (трещин) и кривая внутреннего диаметра. [1]

#### Список литературы:

1. Лазченко К.Н., Терентьев Б.Д. Геотехнологические способы разработки месторождений полезных ископаемых. / М.: Издательство МГГУ. 1996.



## Оценка геологического потенциала подземной газификации в Якутии

*Литвиненко А.В., канд. техн. наук, начальник  
отдела научных исследований и инновационной  
деятельности,*

*Шовкань И.Г., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: titrovez@mail.ru*

Комплексный анализ состояния и использования сырьевой базы угольной промышленности России показывает, что из 201,7 млрд. т разведанных запасов угля в современных экономических условиях благоприятными для освоения являются 140,1 млрд. т. – 69,5% от общего их количества. При этом по регионам Российской Федерации они распространены крайне неравномерно.

По сумме балансовых запасов и прогнозных ресурсов (1281224 млн. т) Дальневосточный экономический район, в который входит Якутия, занимает второе место после Восточно-Сибирского: на его долю приходится 27% от всех ресурсов углей РФ. Следует отметить, что изученность ресурсов угля Дальнего Востока низка, на долю балансовых запасов приходится 2%. Чуть больше половины запасов угля (55%) оценены как пригодные для открытой добычи – 16 734 млн. т. [2]. Это объясняется тем, что на слабоизученных территориях глубина оценки редко опускается ниже 300 м. На Дальнем Востоке сырьевая база коксующихся углей с благоприятным залеганием связана, в настоящее время, с действующим разрезом Нерюнгринский, а в будущем в большей степени – с разработкой Южно-Якутского угольного бассейна.

Основными энергоносителями в регионе являются каменные и бурые угли, а главными потребителями угля – электростанции, районные и промышленные котельные, горнорудная промышленность, военно-промышленный комплекс, коммунально-бытовой сектор. Добываемый уголь используется в основном для обеспечения внутренних потребностей субъектов Федерации, на территориях которых ведется добыча. В небольших количествах он транспортируется за пределы территорий отдельных административных подразделений. Исключение составляет только «Нерюнгринский» угольный разрез в Республике Саха, основная часть добычи энергетического угля которого вывозится в Хабаровский и Приморский края, а концентрат коксующегося угля в объеме 5 млн. т. в год – на экспорт.

Добыча угля на территории Южной Якутии ведется открытым и подземным способами.

Общее распределение запасов угля Якутии по угольным бассейнам приведено в табл. 1.

Как это видно из таблицы, в Якутии имеется достаточный потенциал для разработки месторождений методом ПГУ. Этим способом можно привлечь в топливный запас не только месторождения, не числящиеся на балансе как непригодные и нецелесообразные для разработки, но и месторождения неблагоприятные для добычи традиционными способами. Кроме того, целесообразно проанализировать месторождения пригодные для отработки подземным способом и некоторые из них отработать методом ПГУ, т.к. себестоимость топлива, добытого этим методом, ниже себестоимости топлива полученного шахтным методом.

Таблица 1

## Распределение запасов угля Якутии по угольным бассейнам

Угольный бассейн	Запасы, не числящиеся на балансе, млн.т		Запасы, числящиеся на балансе, млн.т		Запасы, благоприятные, для добычи, млн.т				Запасы, неблагоприятные для добычи, млн.т	
					открытой		подземной			
	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Южно-Якутский бассейн	85,9	392,9	4502,9	2927,5	1338,6	1589,7	1586,2	1102,5	807,0	2258,8
Ленский бассейн	2,9	110,3	4952,1	1824,4	4394,0	1545,2	397,0	360,6	35,1	
Зырянский бассейн	101,3	50,0	188,2	32,4	121,0	37,5			168,2	44,5
Всего	190,1	553,2	9643,2	4784,3	5852,6	3168,9	1983,2	1463,1	1010,3	2303,3

Выбор района целесообразного для отработки методом ПГУ следует основывать в первую очередь на принципе удаленности от потребителя. Газ ПГУ может быть только местным видом топлива, удаленность станции ПГУ от потребителя не должна превышать 25-30 км. С этой точки зрения месторождения Зырянского угольного бассейна можно считать непригодными, т.к. он расположен в малозаселенном районе, где немногочисленные жители пользуются мобильными дизельными электростанциями.

Ленский бассейн по запасам и ресурсам – крупнейший в России. Добыча угля ведется открытым и подземным способами. Уголь используется внутри республики. Территория бассейна слабо заселена, производственно-хозяйственная и транспортная инфраструктуры развиты слабо. В данное время планируется строительство железной дороги от ст. Томмот до г. Якутск. В основных угледобывающих районах подготовлены к эксплуатации значительные запасы угля. Особое значение имеют разведочные работы в районе Кангаласского и Хапчагайского бурогольных месторождений. Разведенные запасы угля этих месторождений составляют 4,6 млрд. т. Пригодность этих запасов для открытой добычи в сочетании с благоприятными горно-геологическими и гидрогеологическими условиями позволяют выделить эти месторождения в отдельный угленосный район. При завершении строительства железной дороги до г. Якутска угли этого нового района изменят топливно-энергетическую структуру не только республики Саха, но и всего Дальневосточного экономического региона. Однако строительство железной дороги, новых разрезов, создание угледобывающих предприятий потребует от республики колоссальных капиталовложений, в условиях которых финансовая поддержка исследования развития метода ПГУ на территории Ленского бассейна видится бесперспективной.

Наиболее благоприятным для применения метода ПГУ является Южно-Якутский бассейн. Крупнейшее в этом районе разрабатываемое месторождение – Нерюнгринское. Уголь с этого месторождения поставляется на Нерюнгринскую ГРЭС в количестве около 1000 тыс. т., а также на Чульманскую ГРЭС – 150 тыс. т. в год. Для добычи открытым способом пригоден один только пласт месторождения – «Мощный». Утвержденные запасы по нему составляют 450,2 млн. т. Сейчас добывается около 8,7 млн. т. ежегодно. Отработка этого пласта будет продолжаться еще 10-15 лет, причем уровень добычи будет ежегодно снижаться. При таком снижении снизится не только количество угля, поставляемого на экспорт и в другие регионы, но и количество угля расходуемого внутри региона. Поэтому изыскание энергоносителя, себестоимость которого была бы ниже себестоимости угля, добытого подземным способом, является

первоочередной задачей Южной Якутии. В сложившейся ситуации метод подземной газификации угля имеет широкие перспективы. Главным образом ввиду относительно густой населенности рассматриваемого района. Здесь находятся населенные пункты: г. Нерюнгри (75 тыс. чел.), пос. Чульман (18 тыс. чел.), пос. Серебряный Бор (10 тыс. чел.). А также решающее значение имеет расположение в зоне этого бассейна Нерюнгринской ГРЭС и Чульманской ГРЭС, которые потенциально могут перерабатывать газ ПГУ в электрическую энергию, обеспечивая внутренние нужды района, а в случае избытка – другие регионы.

Преобладающая часть углей Южной Якутии (более 80%) приходится на долю ценных марок угля, делающих их привлекательными для иностранных покупателей, что является постоянным источником поступления валюты в республику. Этим фактом объясняется большой процент угля, поставляемого на экспорт. Как показывает анализ, доля угля, поставляемого за пределы республики, в ближайшее время не только не уменьшится, но и увеличится, так как потребность этих регионов значительно превышает их добычу. Высокий процент угля используемого для обеспечения тепловой энергией Республики Саха, объясняется суровыми климатическими условиями региона. Однако здесь и кроется перспектива использования газа ПГУ. Сократив внутреннее потребление угля за счет использования газа, высвободившиеся объемы можно перераспределить на другие нужды.

На основе анализа опыта применения ПГУ в нашей стране и за рубежом были выделены наиболее важные преимущества развития технологии подземной газификации углей на территории Якутии [4]:

- при переходе от угольного топлива на газовое в промышленных и коммунальных котельных, при тепломощности, равной с ТЭС количество выбросов твердых веществ и сернистого ангидрида в атмосферу снизится в 4-6 раз;
- значительно сократится загрязнение окружающей среды угольной и породной пылью за счет снижения перевозки угля в автомашинах и железнодорожных вагонах внутри административных районов Якутии;
- при широком внедрении метода ПГУ и замене им метода подземной добычи, можно сократить травматизм и количество профессиональных заболеваний среди рабочих, занятых в угледобывающем производстве;
- использование газа ПГУ для собственных нужд региона позволяет снизить затраты бюджета на топливо, которые достаточно велики из-за того, что складываются из повышенной себестоимости добычи по сравнению с другими регионами, повышенной стоимости транспортировки - ввиду слабо развитой транспортной системы и повышенного расхода топлива, обусловленного данными климатическими условиями;
- сокращение внутреннего потребления угля за счет перехода на потребление газа ПГУ позволит увеличить часть угля, направляемого на продажу, и, следовательно, дополнительные привлечения в бюджет Республики;
- использование технологии ПГУ позволит отработать значительную часть забалансовых месторождений Якутии, а также запасы месторождений экономически невыгодных и технологически нерациональных для отработки традиционными способами;
- путем создания предприятий «Подземгаз» можно обеспечить бесперебойную подачу экологически чистого газообразного топлива на ТЭС и котельные городов и поселков Якутии.

#### Список литературы:

1. Крейнин Е.В. Временные критерии пригодности угольных месторождений для подземной газификации // Сборник докладов семинара по подземной газификации углей. - Кемерово: Институт угля СО РАН, 1992. - 148 с.
2. Угольная база России. Угольные бассейны и месторождения / Гл. ред. В.Ф. Череповский. - М.: ЗАО "Геоинформарк", 1999. - Т.5. Кн. 2. - 638с.
3. Голубенко А.В., Карманов Д.В., Шипицын Ю.А. Теоретическое обоснование проведение экспериментальных работ по подземной газификации пологозалегающих каменноугольных пластов в Южно-Якутском угольном бассейне// Научные и практические аспекты добычи цветных и благородных металлов. Доклады международного совещания. – Хабаровск: 2000. – С.135-143
4. Крейнин Е.В., Федоров Н.А., Звягинцев К.Н., Пьянкова Т.М. Подземная газификация угольных пластов. – М.: Недра, 1982.

#### **Особенности осуществления технологических процессов подземной газификации углей в условиях геокриолитозоны**

*Литвиненко А.В., канд. техн. наук, начальник  
отдела научных исследований и инновационной  
деятельности,*

*Шовкань И.Г., студентка,*

*Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,*

*г. Нерюнгри*

*E-mail: titrovez@mail.ru*

Как мы показали, огромное количество месторождений каменного и бурого угля, потенциально пригодных для отработки методами подземной газификации, расположено в северных регионах, где почти 80% горных пород находятся в мерзлом состоянии. Сооружение промышленного объекта в зоне многолетней мерзлоты должно учитывать геологическую специфику региона, и в первую очередь особенности агрегатного состояния горных пород.

Для районов, осложненных многолетнемерзлыми горными породами, каждый этап процесса подземной газификации углей требует определенной корректировки, а некоторые методы, широко использовавшиеся в центральных регионах страны и за рубежом, вообще неприемлемы.

Процесс подземной газификации углей состоит из трех основных стадий [1]:

1. бурение с поверхности земли на угольный пласт вертикальных, наклонных и наклонно-горизонтальных скважин, которые служат для подвода дутья и отвода газа;
2. создание в угольном пласте между этими скважинами реакционных каналов, в которых будет происходить взаимодействие угля с протекающими в них потоками дутья и газа;
3. газификация угольного пласта в канале при нагнетании дутья в одни скважины и отвода газа из других.

Исследования особенностей процессов ПГУ проводились на лабораторных установках по газификации замороженного угля и на экспериментальном подземном газогенераторе, построенном на территории Южной Якутии в многолетнемерзлых горных породах.

Бурение вертикальных и наклонных скважин с поверхности земли для проведения газификации имеет некоторую специфику, обусловленную в основном большими диаметрами бурения при относительно небольшой глубине скважин и необходимостью проводки скважин под различными углами наклона. Проблемы проведения таких работ в нашем регионе связаны с суровыми климатическими условиями и исследовались в работах многих ученых.

Следующий этап – «сбойка» угольного канала. Хорошо изучены и используются на практике 4 основных способа:

- огневая фильтрационная сбойка скважин;
- гидравлический разрыв угольного пласта водой или воздухом;
- проработка канала бурением по угольному пласту;
- сбойка скважин с применением электрического тока.

Скорость проработки канала в пласте огневым способом составляет в среднем 0,24 м/сут., поэтому оттаявшая влага может вновь замерзнуть, закупорив тем самым реакционный канал. Следовательно, необходимо использовать методику, обеспечивающую розжиг угольного пласта и подачу дутья в самое короткое время. Розжиг должен гарантироваться более мощным источником и дутьем с повышенным содержанием кислорода.

Сбойка гидроразрывом неприемлема вообще, т.к. в узких каналах вода успевает замерзнуть прежде, чем произойдет разрыв пласта. И, как показывает практика, разрыв угольного пласта воздухом не эффективен из-за наличия замершей влаги в пласте угля, что существенно повышает его сопротивление разрыву.

Разрыв электрическим током весьма эффективен и занимает гораздо меньше времени, чем проработка горением, однако угольные месторождения, предназначенные для подземной газификации, в большинстве случаев расположены далеко от столь мощных источников электроэнергии, и, кроме того, этот метод является достаточно опасным.

Метод бурения скважин малого диаметра по пласту угля для создания реакционных каналов нами считается наиболее целесообразным для условий Якутии.

Газификация угольного пласта в канале - основная и последняя стадия технологии подземной газификации. Её результатом является получение горючего газа, который после охлаждения и очистки направляется потребителям.

При работе подземного газогенератора выделяется во вмещающие горные породы большое количество тепла. Температура очага горения достигает нескольких тысяч градусов. Основную опасность подземный газогенератор представляет для устойчивости техногенных сооружений на поверхности земли, так как в силу изменения агрегатного состояния горные породы сильно изменяют свои прочностные качества. Этот вопрос нами считается наиболее важным, и его решению уделяется значительная часть работы.

Кроме того, при создании подземного газогенератора промышленного типа становится актуальным вопрос о выборе схемы отработки месторождения, состоящей из плана расположения дутьевых и газоотводящих скважин, а также последовательности отработки каждой пары скважин. Данный анализ позволит не только существенно уменьшить диапазон оттаивания вокруг месторождения, но и, при выборе оптимальных схем, появляется возможность регулировать, в определенных пределах, водоприток в реакционные каналы, тем самым, повышая устойчивость процессов газификации и качество получаемого газа.

Таким образом, для успешного проведения подземной газификации каменноугольных месторождений в геокриолитозоне необходимо:

- определить особенности проведения подземной газификации углей в условиях многолетней мерзлоты, с целью установления способов адаптации данной технологии для применения в Якутии;
- установить геометрические параметры подземных газогенераторов для использования в условиях геокриолитозоны, учет которых при разработке технологической схемы гарантирует стабильную работу на протяжении всего периода эксплуатации;
- исследовать тепловое поле, создаваемое подземным газогенератором в мерзлых горных породах и установить степень его влияния на агрегатное состояние вмещающих горных пород.

#### Список литературы:

1. Скафа П.В. Подземная газификация углей. – М.: Госгортехиздат, 1960.

#### **Ключевые технологии разведки и добычи сланцевого газа**

*Ли Цуньи, магистрант,*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,*

*г. Томск*

*E-mail: 1073323614@qq.com*

*Научный руководитель:*

*канд. геол.-минерал. наук, доцент Недоливко Н.М.*

В статье рассмотрено распределение сланцевого газа в мире; приведены физические свойства и условия образования сланцевого газа; описаны технологии разведки и добычи сланцевого газа, включая сейсмическую разведку, бурение скважин, крепление скважины и заканчивание, и разрыв пласта.

**1. Распределение сланцевого газа в мире.** Сланцевый газ, наряду с газогидратами, метаном угольных пластов, природным газом плотных пород и глубоко залегающих горизонтов (более 5000 м), относится к нетрадиционным запасам. К сланцевому, относится природный газ, в основном метанового состава, добываемый из нетрадиционных коллекторов, представленных осадочными сланцевыми породами. В качестве экономического сырья сланцевый газ стал рассматриваться в конце 1970-х годов прошлого века, и, по мере развития технологий стал все более менять картину мировой энергетики. Мировые запасы сланцевого газа составляют 206,68 (220,73) трлн. м<sup>3</sup>. К несомненным лидерам по запасам сланцевого газа (более 15 трлн. м<sup>3</sup>) относятся такие страны, как (табл. 1) Китай, Аргентина, Алжир, США, Канада и Мексика; несколько меньшими запасами обладают Австралия, Южная Африка, Россия и Бразилия [2]. Несмотря на четвертое место по количеству запасов, самой успешной крупномасштабной страной по разработке сланцевого газа являются США, где в 2013 году добыча сланцевого газа составила 323,2 млрд. м<sup>3</sup> [1], а сланцевый газ входит в основной комплекс добываемого природного газа. Продолжительность добычи сланцевого газа в одной скважине может составлять 30-50 лет [3, стр. 2].

**Распределение мировых запасов сланцевого газа по странам [2]**

Страна	Запасы сланцевого газа, триллион м <sup>3</sup>
Китай	31.57
Аргентина	22.71
Алжира	20.02
США	18.83(32.88)
Канада	16.23
Мексика	15.43
Австралия	13.39
Южная Африка	11.04
Россия	8.07
Бразилия	6.94
Мир	206.68(220.73)
По данным EIA estimates used for ranking order .ARI estimates in parentheses.	

**2. Разведка сланцевого газа и технология добычи.** Сланцевый газ заключен в глинисто-карбонатных и глинистых аргиллитах и сланцах, насыщенных рассеянным органическим веществом в основном сапропелевого и смешанного типов. В них газ образуется за счет разложения органического вещества (биогенный газ), а также может иметь пиролизное и смешанное происхождение. В сланцах газ находится в свободном, адсорбированном и растворенном состояниях. Сланцы, включающие газ, обладают очень низкими коллекторскими свойствами (проницаемость в пределах 0,0001 ~ 0,000001 мД, пористость до 4-5%). Поэтому, чтобы добыть из сланцевого резервуара газ в промышленных масштабах, следует стимулировать степень сообщаемости пустотного пространства и пробурить достаточное количество скважин. Это осуществляется применением особых методов и способов разработки, основными из которых являются: технология сейсмической разведки, горизонтальное бурение скважин и гидро-разрыв пласта.

**2.1 Технология сейсмической разведки.** Разведка и добыча сланцевого газа неотделима от метода сейсмической разведки, основными задачами которой являются выявление сланцевых пластов, структурных зон и зон разрушения. Материалы сейсмо-разведки предоставляются для проектирования разведочных скважин. При этом используют трехмерную сейсмологию и микросейсмическую разведку.

**2.2 Технология скважины.** В добыче сланцевого газа используются вертикальные, горизонтальные и наклонные скважины. В США добыча сланцевого газа осуществляется в основном с применением горизонтальных и наклонных скважин, что имеет большие преимущества по сравнению с вертикальными скважинами. Во-первых, несмотря на то, что стоимость горизонтальных скважин в 2-3 раза выше, чем вертикальных, добыча продукции из них увеличивается в 3-4. Во-вторых, возрастает площадь контакта с резервуаром. В-третьих, уменьшаются вредные воздействия на наземные объекты, и снижается ущерб, приносимый окружающей среде. Направление горизонтальной скважины должно быть перпендикулярно к направлению максимального горизонтального напряжения, чтобы избежать разрушения эффективных трещин, способствующих движению газа [4, стр. 5]. В горизонтальных скважинах в процессе бурения используются системы (MWD – measuring while drilling), позволяющие измерять забойные параметры в процессе бурения в режиме реального времени. Применение ка-

ротажа LWD – Logging-while-drilling в процессе бурения обуславливает геонавигацию, корреляцию скважин, отслеживание направленности изменения пластового давления, контролирует глубину скважины. В комплексе эти методы позволяют наиболее корректно проводить идентификацию сланцевого пласта и получать более точные геологические данные. Прокладка горизонтальных скважин представляет собой дорогостоящую операцию и техническую трудность. Необходимо, с одной стороны, увеличить скорость бурения и сократить расходы; с другой, обеспечить стабильность ствола скважины и уменьшить вред глинистого раствора на резервуар.

В вещественном составе сланцевых пластов содержатся монтмориллонит и другие минералы, которые в водной среде обладают высокой степенью разбухания. При бурении этих пластов происходит уменьшение диаметра ствола скважины, обвал стенок и прилипание бурового инструмента. Для предотвращения этих осложнений следует провести тщательный анализ компонентного состава пород и с учетом этого выбрать соответствующую систему глинистого раствора. Для сокращения расходов в верхних и средних секциях скважин используются буровые растворы на водной основе. В горизонтальных секциях скважин при высоком содержании в сланцевых породах монтмориллонита используются буровые растворы на нефтяной основе или ультранизкопроницаемые буровые растворы. Принцип таких растворов заключается в том, что при бурении буровой раствор проникает в пласты резервуара, на поверхности стенок скважины в результате могут образоваться ультра-плотные пленки, препятствующие проникновению бурового раствора в резервуар, чтобы защитить сланцевые пласты. Если применяется отрицательное давление (когда давление раствора меньше давления пласта), пленки будут легко уничтожаться. Длина горизонтальной секции положительно коррелирует с коэффициентом добычи сланцевого газа. По публикационным данным США, наиболее эффективная длина наклонно-горизонтальной секции составляет 914-1219 м [5, стр. 4].

**2.3 Крепление и заканчивание скважин.** В настоящее время при добыче сланцевого газа горизонтально-наклонными скважинами могут быть использованы две технологии: применение неизолированного ствола скважины и применение обсадных труб. Применение неизолированного ствола скважины позволяет уменьшить вред цементирования сланцев, но при этом возникают трудности в соблюдении устойчивости ствола скважины. Наиболее технологичным и более применяемым (составляет 85%) в настоящее время способом является крепление скважины обсадными трубами. При добыче сланцевого газа большое значение приобретает и выбор способа тампонажа скважины. Наиболее широко используется пеноцемент или кислотный цемент. Пеноцемент характеризуется высокой механической прочностью, высокой вязкостью, стабильностью и небольшой потерей жидкости. Благодаря использованию пеноцемента на месторождении Вудфорд (Оклахома) производство сланцевого газа увеличилось на 23%. Кислотный цемент отличается высокой растворимостью, составляющей до 92%.

**2.4 Разрыв пласта.** Сланцевые пласты обладают высокой степенью трещиноватости, но обычно трещины в них минерализованы. Важнейшими минералами, заполняющими трещинное пространство в сланцах, являются глинистые минералы, кварц и кальцит. Глинистые минералы, заполняющие трещины, обладают высокой сорбционной емкостью и могут в значительной степени адсорбировать сланцевый газ. В то же время, закрытые трещины, заполненные кварцем и кальцитом – минералами с высокой хрупкостью – являются механически слабыми участками. Целью разрыва пласта являются открытие естественных трещин и появление новых трещин. При добыче сланцевого газа из верхних горизонтов в целях снижения затрат и увеличения темпов произ-



водства используется метод разрыва с применением бурового раствора на основе пены и азота; при разработке газа из нижних горизонтов наиболее эффективным является гидроразрыв пласта в сочетании с горизонтальным бурением.

**1) Гидроразрыв пласта.** Принцип гидроразрыва пласта заключается в расширении трещины энергией жидкости, закачиваемой под большим давлением в пласт и содержащей проппанты (расклинивающие агенты), которые входят в трещины. Когда жидкость гидроразрыва течет обратно, проппанты фиксируются в трещинах, предотвращая их смыкание. Гидроразрыв пласта является основным способом добычи сланцевого газа в США [6].

**2) Гидроразрыв и эжекция.** Принцип эжекции заключается в преобразовании давления жидкости в динамическую энергию с использованием водоструйного сопла. На контакте с породой высокая энергия жидкости преобразуется в силу. Если эта сила больше, чем прочность сжатия пород, происходит взрыв породы и образование трещин; вблизи сопла появляется область низкого давления, и жидкость непрерывно входит в трещины при перепаде давления, приводя к увеличению их протяженности.

**3) Повторный (многократный) и синхронный гидроразрыв пласта.** Повторный гидроразрыв пласта осуществляется при снижении эффективности первичного гидроразрыва, при извлечении сланцевого газа, разрушении проппанта и уменьшении количества трещин, в целях достижения эффекта начального разрыва. Синхронизация гидроразрыва пласта достигается путем одновременного разрыва пласта двумя или более скважинами. При этом стволы скважин соединяются жидкостями разрыва.

**Вывод.** Во всем мире широко распространен сланцевый газ, являющийся одним из важнейших нетрадиционных источников энергии. Разведка и добыча сланцевого газа должны осуществляться с использованием технологий сейсмической разведки, горизонтального бурения, гидроразрыва пласта, гидроразрыва эжекции, повторения и синхронизации гидроразрыва.

#### Список литературы:

1. Shale Gas Production. // U.S. Energy Information Administration (EIA), 2014. – №10 (4). URL: [http://www.eia.gov/dnav/ng/ng\\_prod\\_shalegas\\_s1\\_a.htm](http://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_shalegas_s1_a.htm).
2. Shale oil and shale gas resources are globally abundant. // U.S. Energy Information Administration (EIA), 2013. – №10 (6). URL: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=11611#>.
3. Yan Cunzhang, Huang Yuzhen, Ge Chunmei, et al. Shale gas is a huge potential for unconventional natural gas resources. // Natural Gas Industry, 2009. – №29 (5). – P. 1 – 6.
4. Frantz J. H., Jochen V. JR. White Paper-Shale gas. // Schlumberger, 2005. – P. 1 – 299.
5. Michael D. Burnaman, Stephen Smith. Shale Gas Well Completions and Maximizing Gas Recoveries. // China Petroleum Exploration, 2009. – №(3). – P. 1 – 35.
6. Charles Boyer, John Kieschnick, Richard Elewis. Shale gas exploitation [EB/OL]. URL: <http://www.slb2sis.com.cn/toc/2006/Autumn200624.pdf>.

## Вентиляция подземной горной выработки

*Минаев В.О., Перфильев Д.К., студенты,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: interfectorem610@gmail.com*

*Научные руководители:  
к.с-х.н., доцент Юст Н.А.,  
к.с-х.н., доцент Шелковкина Н.С.*

При ведении горнопроходческих работ возникает необходимость проветривания системы выработок, представляющей собой сквозную горную выработку и примыкающие к ней тупиковые. Применение традиционных схем вентиляции выработок при их проходке не всегда обеспечивает эффективный вынос вредных веществ.

Важнейшим условием безопасной и производительной работы по проходке является вентиляция, обеспечивающая нормальный состав, температуру и влажность воздуха.

В подземных сооружениях и выработках используются три основных типа вентиляции: всасывающая, нагнетательная и комбинированная. При всасывающем способе вентиляции шахты вентилятор отсасывает воздух из шахты, создавая в ней разрежение, в результате чистый воздух через воздухоподающие выработки засасывается в шахту. При этом возможно засасывание воздуха с поверхности через зоны обрушения (при наличии трещин, достигающих поверхности). Способ применяется на газообильных угольных шахтах, на рудных шахтах (до глубины 1500 м). При нагнетательном способе вентиляции шахты вентилятор нагнетает воздух с поверхности в шахту; применяется на неглубоких шахтах, при небольшом газовыделении и аэродинамическом сопротивлении вентиляционной сети, аэродинамической связи выработок с поверхностью через зоны обрушения, фланговой схеме вентиляции шахты. Комбинированный способ вентиляции шахты применяется при большом аэродинамическом сопротивлении вентиляционной сети шахты, разработке полезных ископаемых, склонных к самовозгоранию (при аэродинамической связи выработок с поверхностью через зоны обрушения), при фланговой схеме вентиляции [1, стр. 45].

Рассмотрим способы вентиляции подземной горной выработки на примере шахты «Денисовская». Шахта «Денисовская» - угледобывающее предприятие в п. Серебряный Бор (г. Нерюнгри, Республика Саха (Якутия), РФ). Филиал ОАО УК «Нерюнгриуголь» (Группа компаний «Колмар») [2].

На данный момент идет разработка и освоение угольного пласта К4. Проветривание очистных работ планируется организовать по возвратноточной схеме. Свежий воздух для проветривания выемочного участка подается по вентиляционному штреку с путевого наклонного ствола, исходящая струя выдается через кроссинг в конвейерный наклонный ствол и далее – на поверхность. Свежий воздух для проветривания фланговых проходческих забоев подается с путевого наклонного ствола по вентиляционному штреку гор.+630 м на фланговый бремсберг, исходящая по фланговому ходу выдается на поверхность.

Расчетное количество воздуха для проветривания очистного забоя – 1065 м<sup>3</sup>/мин. Ожидаемая метанообильность подготовительных забоев составляет 0,5-0,8 м<sup>3</sup>/мин. Расчетное количество воздуха для проветривания подготовительных выра-

боток 350 м<sup>3</sup>/мин. Проветривание шахты осуществляется вентиляционной установкой главного проветривания с установленными агрегатами ВЦ-15 установленной на площадке. Свежий воздух подается через вентканал по путевому наклонному, вентиляционному штреку, центральному вентиляционному уклону к месту работ. Исходящая струя выдается по конвейерному наклонному стволу и центральному конвейерному уклону. Согласно геологическим данным пласт К4 расположен в зоне газового выветривания, и только на глубинах 220-250 м от поверхности (гор. + 440 м) проявляется его метаноносность (2,8-4 м<sup>3</sup>/т угля). По метаноносности шахта отнесена к 1 категории (низкая), поэтому предварительная дегазация пласта не предусматривается. Добываемый уголь по химическому составу и физическим свойствам соответствует марке К. Пласт К4 с глубины 200 м от поверхности угрожаем по горным ударам. Пласт К4 не опасен по выбросам угля, газа и породы. На данный момент для проветривания горных выработок применяется нагнетательная система вентиляции (свежий воздух подается по вентиляционному и путевому стволу, а исходящая струя – по конвейерному наклонному стволу на поверхность). В холодное время года воздух, подаваемый в шахту, предварительно подогревается на воздухонагревательной установке, оборудованной угольной миникотельной (рабочая температура в шахте поддерживается в пределах +2-5°С). Комбинированный способ вентиляции тупиковых выработок сочетает в себе достоинства нагнетательного и всасывающего способов вентиляции. При этом всасывающий вентилятор считается основным; количество воздуха, поступающее во всасывающий трубопровод, должно не менее чем на 30% превышать расход вспомогательного вентилятора (нагнетательного). При вентиляции тупиковых выработок вентиляторами главного проветривания продольные перегородки перекрывают сечение сквозной выработки, по которой за счёт общешахтной депрессии подводится свежий воздух, а также делят тупиковую выработку на две части. По одной из них воздух поступает к забою, по другой – удаляется [3].

Вентиляцию тупиковых выработок с помощью вентиляционных труб осуществляется путём перекрытия сечения воздухоподающей сквозной выработки перемычкой, через которую проходит вентиляционная труба, направляемая далее к забою тупиковой выработки. Вентиляцию с использованием параллельных выработок применяют при необходимости подачи значительных объёмов воздуха на большие расстояния. В этом случае рядом с основной проходят вспомогательную выработку (главным образом выработки по полезным ископаемым) и соединяют их между собой сбоями (через каждые 10-20 м) или скважинами. По мере проходки новой сбойки (скважины) предыдущая перекрывается перемычкой (герметизируется).

Проанализировав недостатки способов вентиляции горных выработок, особенности геологии пласта и шахты, мы пришли к выводу что целесообразнее применять комбинированный способ вентиляции так как этот способ наиболее рационален в связи с тем, что при дальнейшей разработке пласта К4, возможны выбросы метана.

#### Список литературы:

1. А.Ф.Галкин. Горнотехнические системы регулирования теплового режима шахт и рудников // 24 Международная конференция НИИ по безопасности работ в горной промышленности. Доклады, ч. II.- Донецк, 1991.- с. 315-322.
2. <http://kolmar.ru/projects/>
3. <http://www.mining-enc.ru/v/ventilyaciya-tupikovyx-vyrabotok/>

## Геокриологические условия Кыстыктахского месторождения

*Мисайлов И.Е., вед. инженер,  
Институт мерзлотоведения СО РАН,  
г. Якутск  
E-mail: ventura-83@mail.ru*

*Научный руководитель:  
д-р геол.-минерал. наук Железняк М.Н.*

С 2009 по 2014 годы были проведены мерзлотно-геотермические исследования и получены новые знания о мощности многолетнемерзлой толщи и тепловом поле горных пород северной части Тунгусской синеклизы, в долине р. Кыстыктах (рис. 1).

Кыстыктахская площадь находится на северо-востоке Красноярского края, в северо-западных отрогах плато Путорано.

Климат района резко-континентальный субарктический с продолжительной холодной зимой и коротким теплым летом. Среднегодовая температура воздуха  $-10,8^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков составляет 368мм, а среднегодовая относительная влажность – 78%. На зимний период приходится 197мм осадков (Климат России, 2001).

Согласно геокриологической карте (Кондратьева К.А. и др.,1996) и монографии Геокриология СССР (Геокриология СССР, 1989), район исследований является областью развития многолетнемерзлых пород, которые характеризуются сплошным распространением. Ранее в целом по региону мощность ММТ оценивалась от 400 до 500м. На этой территории геотермические исследования не проводились, а мощность ММТ предполагалась по аналогии с соседними площадями (Ледянская, Ханар и др.).

Геотермические исследования на Кыстыктахской площади (рис.1), в которых принимал участие автор, включают изучение температуры пород в глубоких скважинах.

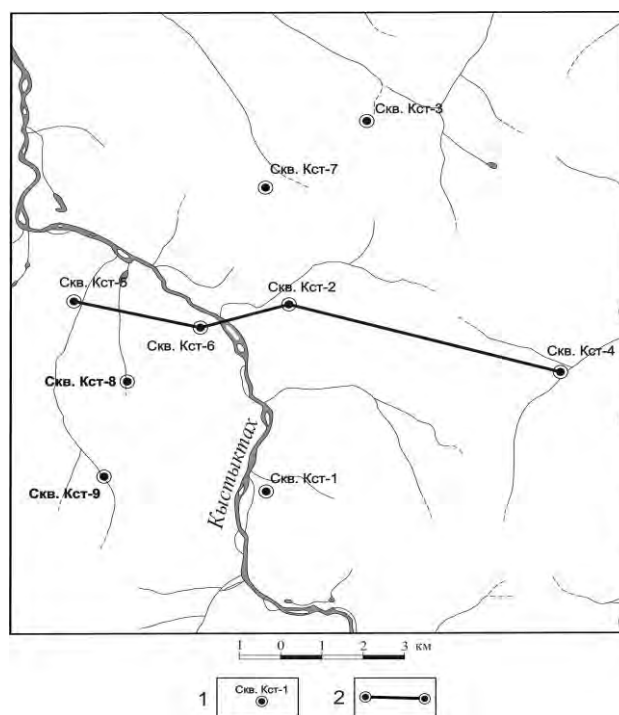


Рис. 1. Схема расположения скважин и линии разреза  
1 – Номер скважины; 2 – Линия разреза.

Целью этих исследований было получение информации о температурах пород, оценке мощности многолетнемерзлой толщи и характеристике теплового поля в пределах Кыстыктахской площади. Для этого были проведены геотермические исследования в разведочных скважинах, до глубины 1500 м и определены теплофизические свойства основных типов горных пород, по отобранным с разных глубин образцам керна.

В результате геотермических исследований установлено, что современные ММТ в среднем течении р. Кыстыктах имеют мощность от 140 м до 390 м (табл.1). Определены вариации глубины залегания подошвы мерзлых пород, которые обусловлены геоморфологическими условиями и геологическим строением разреза.

Таблица 1

Мощность многолетнемерзлой толщи в скважинах Кыстыктахской площади.

№ п.п.	№ скважины	Мощность ММТ, м
1	Кст-1	185-190
2	Кст-2	195
3	Кст-3	390
4	Кст-4	210-220
5	Кст-5	140-145
6	Кст-6	140-150
7	Кст-7	260-270
8	Кст-8	350
9	Кст-9	300

Температура пород на глубине 500м изменяется от 3,3 до 5,2 °С, на 1000м - от 15,4 до 29,1°С и 1500 м соответственно от 24,0 до 28,7°С.

Величина геотермического градиента в мерзлой толще варьирует от 0,0-0,25 до 3,0- 4,0 °С/100 м, в подмерзлотных горизонтах - от 2,4 до 3,2 °С/100м .

В расчётах эффективных теплофизических свойств литологических разрезов Кыстыктахской площади в качестве исходных параметров использованы результаты непосредственных экспериментальных измерений коэффициента теплопроводности образцов горных пород (всего 90 образцов), которые характеризуют литологические разновидности пород всех основных типов в свитах из разных горизонтов разреза по пройденным на площади скважинам. В результате анализа полученных теплофизических данных установлено, что горные породы в разрезе кыстыктахской площади характеризуются большим диапазоном изменения значений теплопроводности от 0,83 до 3,57 Вт/(м·К).

По результатам геотермических измерений в глубоких скважинах и оценке эффективной теплопроводности горизонтов горных пород по скважинам выполнен расчет величины внутриземного теплового потока, которая в ММТ меняется от 0 до 15 мВт/м<sup>2</sup>, в подмерзлотном горизонте от 44 до 50 мВт/м<sup>2</sup>.

По данным геотермических исследований и тепловым расчетам, построен геолого-геотермический разрез по линиям скважин Кст-5 – Кст-6 – Кст-2 – Кст-4 до глубины 1500 м (рис.2).

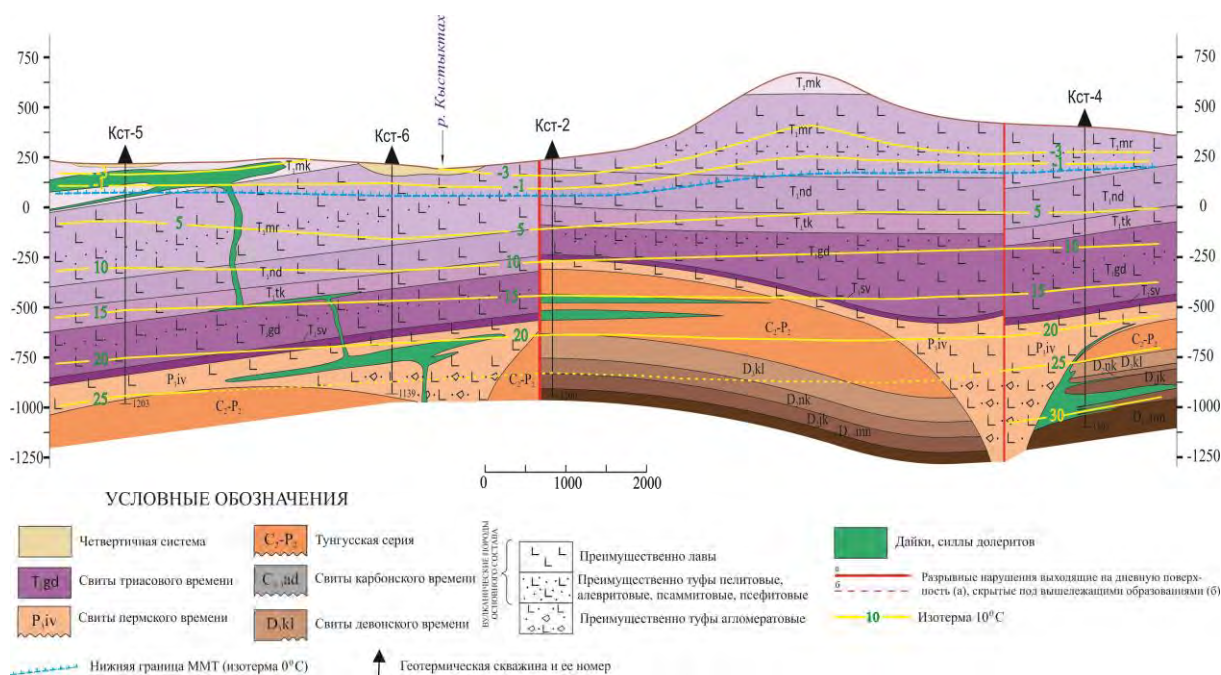


Рис. 2. Геолого-геотермический разрез междуречья рр. Кыстыктах - Ондодами

### Список литературы:

1. Геокриологическая карта СССР, масштаб 1:2500000/ К. Кондратьева, В. Афанасенко, А. Гаврилов и др. – Винницкая картографическая фабрика Винница, 1996. - С. 16.
2. Геокриология СССР, Западная Сибирь/ Под ред. Э.Д. Ершова. - М.: Недра, 1989.
3. Климат России / Н.В. Кобышева, Е.М. Акентьева, Э.Г. Богданова и др. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 656 с.

### Анализ профессиональной заболеваемости в горнодобывающей промышленности

**Попова В.А., студентка,**  
**Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,**  
**г. Нерюнгри**  
**E-mail: zenitka\_15@mail.ru**

**Научный руководитель:**  
**канд. техн. наук, доцент Корецкая Н.А.**

В горной промышленности наиболее актуальными, всегда были и в настоящее время остаются, вопросы охраны здоровья работников и создания безопасных условий труда.

Статистика показывает, что в России в последние годы наметилась тенденция сокращения профессиональной заболеваемости (до 2002 г. наблюдался рост профзаболеваемости до 125,2 случая на 10 тыс. работающих, а с 2002 по 2005 г. – снижение этого показателя до 56 случаев на 10 тыс. работающих). Профзаболеваемость работников горных предприятий составляет 56 случаев на 10 тыс. работающих при среднеотраслевом показателе 37,5 случая (удельный вес профзаболеваний на предприятиях с подзем-

ной добычей – 89,9%, на карьерах и разрезах – 9,3%, на обогатительных фабриках – 0,8 %).

Но статистические показатели не отражают истинное положение дел в связи с крайне низкой выявляемостью профпатологий, при одновременном росте численности работающих, занятых во вредных и опасных условиях труда и их удельного веса среди трудоспособного населения. Это обусловлено тем, что основная часть профессиональных заболеваний маскируется в структуре общей заболеваемости и в результате отмечается утяжеление первично выявленной профпатологии. Соответственно с этим растет и инвалидизация больных с впервые выявленными профессиональными заболеваниями (число профессиональных больных, впервые признанных инвалидами в 2002 г. составляло 0,4 на 10 тыс. человек населения, а в 2006 г. – 2,1).

Основными вредными производственными факторами на предприятиях горнодобывающей промышленности являются: контакт с угольно-породной пылью, изменение газового состава воздуха (снижение содержания кислорода, увеличение концентрации углекислого газа, поступление в атмосферу шахты метана, оксида углерода, сероводорода, сернистого газа, оксидов азота, взрывных газов и т.д.), шум, вибрация, нерациональное освещение, вентиляция, вынужденное положение тела, перенапряжения (нервно-психические, зрительные и слуховые), тяжелый физический труд, повышенная опасность травматизма и др. В последние годы отрицательное действие на организм человека оказывает так же и воздействие новых веществ и материалов (при контакте ними или сенсibiliзирующем взаимодействии их летучих продуктов с угольной и породной пылью), применяемых при внедрении современных методов борьбы с внезапными выбросами угля и газа, упрочения горного массива, тепло-, гидро- и газоизоляции горных выработок объемы использования которых значительно увеличились.

Комплексная оценка условий труда на горнодобывающих предприятиях Дальневосточного федерального округа за период с 2002 по 2006 г.г. показывает что, несмотря на уменьшение численности работников предприятий, удельный вес работающих в условиях воздействия вредных и опасных производственных факторов непрерывно растет (рис. 1.), что приводит к росту травматизма и профзаболеваемости.

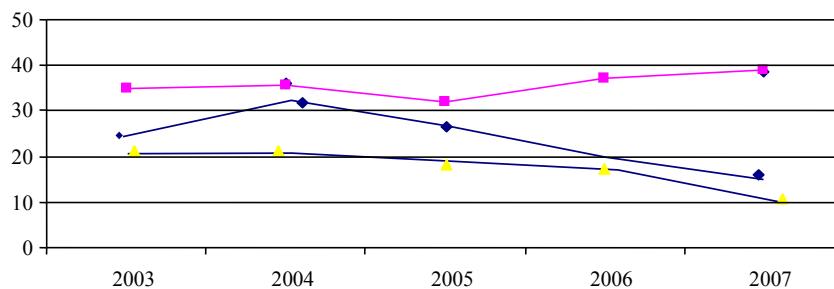


Рис. 1. Удельный вес численности работников, занятых во вредных условиях:

—◆— шум; —■— пыль; —▲— загазованность

С увеличением стажа работы вероятность нарушения здоровья в результате заболевания или травмы увеличивается. На шахтах заболеваемость с временной утратой трудоспособности в 1,5 раза выше, а по отдельным шахтам этот показатель превышает средний по области в 2-2,5 раза. В структуре временной нетрудоспособности трудовые потери составляют: по травматизму – 30 %, болезням костно-мышечной системы – 21 %, болезням органов дыхания – 13 %. На 1000 подземных рабочих приходится 1,4 травмы с летальным исходом.

В последние годы отмечается рост числа работников, страдающих одновременно двумя и более профессиональными заболеваниями. Стойкая утрата трудоспособности вследствие быстрого развития профессиональных заболеваний приводит к тому, что с шахт в массовом порядке уходят рабочие, не достигшие пенсионного возраста.

Распределение профессиональных заболеваний представлено на рис. 2.

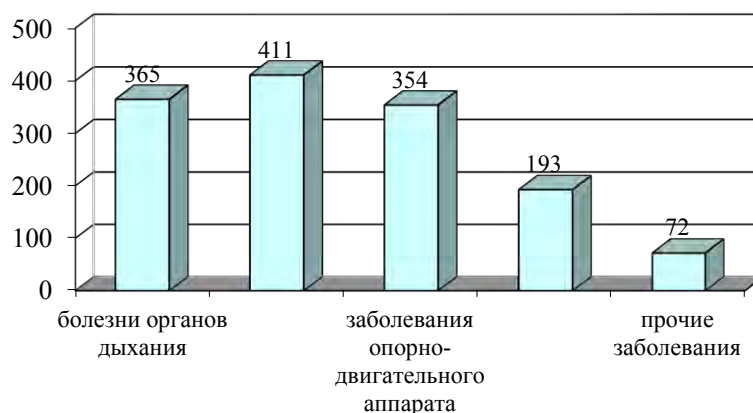


Рис. 2. Распределение профзаболеваний по группам, чел.

Профессиональные заболевания получают в основном работники в возрасте 40-49 лет (41%), имеющие стаж работы в горной промышленности превышающий 15-20 лет.

По профессиям на шахтах наибольшее количество профессиональных заболеваний регистрируется у горнорабочих очистного забоя – 25,13% и проходчиков – 23,57%. Значительное количество случаев профессиональной патологии зарегистрировано у машинистов горных выемочных машин – 9,23%, горнорабочих подземных – 6,65%, электрослесарей подземных – 6,54%, мастеров горных подземных – 8,15%. На остальные профессии приходится не более чем по 2% от общего количества профессиональных заболеваний.

Особую обеспокоенность вызывает то, что у 24,3% работников шахт развитие профессиональных заболеваний до момента официального установления произошло в период работы менее 4 и до 10 лет, при среднем стаже работы 15,7 лет. Это свидетельствует о высокой степени интенсивности воздействия вредных факторов производственной среды и недостаточном уровне медицинской профилактики заболеваний.

В структуре профессиональной патологии работников шахт первое место занимают болезни суставов, сухожилий и мышц (27,9 %) и вибрационная болезнь (23 %). Удельный вес заболеваний органов дыхания составляет – 21,2 %, профессиональная тугоухость – 17,6%, профессиональные инфекционные и другие заболевания – 10,3 %.

В структуре профессиональных заболеваний работающих на карьерах и разрезах на первом месте находятся болезни костно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата – 48 % (деформирующий остеоартроз локтевых суставов, вегетосенсорная полинейропатия верхних конечностей) на втором месте нейросенсорная тугоухость – 22,2 %, на третьем вибрационная болезнь – 16,2 %. Доля пневмокониозов составляет 7 %.

В структуре общей заболеваемости во всех группах работающих ведущие места занимают болезни органов дыхания (42,1 %), травмы и отравления, связанные с производством (12,2 %), болезни нервной (11,8 %) и костно-мышечной (10,1 %) систем, органов кровообращения (5,3 %).



В основе высокого производственного травматизма и профзаболеваемости на горных предприятиях лежат: несовершенство технологических процессов, нарушение технологической и трудовой дисциплины, низкая эффективность производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности, неудовлетворительное техническое состояние оборудования, большой износ основных фондов.

Основными причинами профзаболеваемости являются: морально-устаревшие технологии производства, отсутствие средств коллективной защиты, невыполнение работодателями законодательных и нормативных документов в области гигиены труда. На предприятиях, как правило, не ведутся работы по реконструкции и техническому перевооружению, внедрению новых технологий, механизации и автоматизации производственных процессов, замене изношенного и модернизации устаревшего оборудования. Низкими темпами проводится аттестация рабочих мест, часто обнаруживается недоукомплектованность штатов и недостаточный объем работ санитарно-промышленных лабораторий. На некоторых предприятиях работают по 12-часовому графику. На ряде предприятий горной промышленности не произошло положительных изменений в сфере медицинской профилактики профессиональных заболеваний (отсутствуют или неэффективно используются фотарии, ингалятории, не проводится витаминoproфилактика). Работодатели экономят на гигиене и охране труда, а работники рискуют жизнью и здоровьем (ежегодно выявляются работники с подтвержденными профзаболеваниями). Неудовлетворительное качество профилактических медицинских осмотров ставит под сомнение достоверность данных о пригодности к работе по профессии и препятствует своевременному выявлению профзаболеваний. Несвоевременная диагностика начальных признаков профзаболеваний ведет к развитию инвалидности, редко вовремя проводится реабилитация профессиональных больных, и, таким образом, не используются резервы сохранения трудоспособности работающих. Все это говорит о том, что требуется постоянное совершенствование системы и структур управления охраной труда и промышленной безопасностью на предприятиях горнодобывающей промышленности с учетом специфики производства и условий регионов.

#### **К вопросу оценки опасности производственных объектов**

*Попова В.А., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: zenitka\_15@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Корецкая Н.А.*

Новый тип экономического роста сопровождается важными сдвигами внутриотраслевых пропорций. Они выражаются в повышении удельного веса финишных стадий и операций (различных видов обогащения и облагораживания сырья) – всего, что повышает качество продукции. Широкое значение получает система сервисного обслуживания потребителей изготовителями продукции.

Ресурсосберегающее направление современной НТР, ставшее в условиях общего вздорожания цен на сырье и топливо насущнейшей потребностью промышленного производства, привело к появлению безотходных технологий, к внедрению комплексного использования природных ресурсов, включению в промышленную переработку

вторичного сырья (отходов) как полноценного заменителя традиционных материалов, к развитию и массовому применению энергосберегающих технологий.

На современном этапе экономического развития угольной промышленности особое значение приобретают требования потребителя на внутреннем и внешнем рынке к качеству добываемого угля. Поэтому значительная роль стала отводиться вопросам переработки, обогащения и подготовки угля и к работе обогатительных фабрик.

Угольная промышленность находится в стадии возрождения, которое осуществляется с учетом требований рыночных методов хозяйствования. При этом особое внимание обращается на требования потребителей к качеству угля. В связи с этим роль обогатительных фабрик в технологическом процессе добычи и переработки угля значительно возрастает. Увеличивается загруженность действующих фабрик, открываются новые и ожидается, что в перспективе переработка угля будет вестись опережающими темпами. Одновременно будет возрастать численность людей, занятых на обогатительных предприятиях и более остро встанет проблема обеспечения безопасности производства.

Травматизм на обогатительных предприятиях останется достаточно высоким и задача обеспечения безопасности труда на них является актуальной. Однако, для решения этой задачи не существует достаточно удовлетворительной методики оценки и анализа опасности.

Проведенные исследования выявили, что основными факторами, оказывающими наибольшее влияние на уровень безопасности труда, являются условия производственной среды предприятия, стаж работы по профессии, квалификация персонала.

Установлено, что безопасность производственного объекта находится в параболической зависимости от условий производственной среды, - влажности, концентрации угольной пыли. Наибольшая безопасность труда достигается при уровне влажности в рабочей зоне производственных объектов – 40-60%;

С повышением профессионального уровня персонала предприятия безопасность труда приближается к достижимому уровню. Наиболее эффективным мероприятием для снижения производственного травматизма является совершенствование системы профессиональной подготовки кадров на производстве.

Для повышения уровня безопасности труда на обогатительной фабрике «Нерюн-гринская»:

- усовершенствована система пылеподавления;
- усовершенствована система блокировки ленточных конвейеров;
- повышено качество подготовки рабочих по профессии «Электрослесарь (слесарь) дежурный и по ремонту оборудования».

## **Принципы обеспечения безопасности труда на предприятии**

*Попова В.А., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: zenitka\_15@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. техн. наук, доцент Корецкая Н.А.*

Управление охраной труда на предприятии – это подготовка, принятие и реализация решений по сохранению здоровья и жизни работников в процессе их производственной деятельности. Управление охраной труда является частью общей системы управления предприятием. Объектом управления охраной труда является деятельность функциональных служб и структурных подразделений предприятия по обеспечению безопасных и здоровых условий труда на рабочих местах, производственных участках, в цехах и на предприятии в целом.

Для обеспечения здоровых и безопасных условий труда на современных предприятиях разрабатывается «Система управления охраной труда и промышленной безопасностью в Н...», носящая нормативно-технический характер и направленная на исполнение государственного законодательства, стандартов и правил по безопасности труда, нормативно-правовых актов по управлению и обеспечению требований охраны труда и промышленной безопасности.

Под управлением охраной труда и промышленной безопасностью понимается выбор таких значений параметров технологических процессов, способов и средств промышленной безопасности и охраны труда, которые являются оптимальными по условию совместного предотвращения совокупности возможных аварий, инцидентов, опасных и вредных производственных факторов, а также осуществление намеченных организационно-технических мероприятий.

В основе Системы должна быть заложена политика организации в области охраны труда и промышленной безопасности, основанная на следующих принципах:

- сохранение жизни и здоровья работников – высший приоритет предприятия;
- безопасные и здоровые условия труда – обязательное условие высокопроизводительного труда;
- аварии, инциденты и несчастные случаи могут и должны быть предупреждены;
- обязанности и ответственность за обеспечение безопасных и здоровых условий труда возлагается на управленческий персонал филиалов предприятия;
- каждый работник предприятия должен быть обучен безопасным методам труда.

Система основывается на требованиях Конституции РФ, Трудового Кодекса РФ, Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», ГОСТ Р12.0.006-02 «Общие требования к управлению охраной труда в организациях», ПБ 03-517-02 «Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных объектов», правил безопасности и других нормативно-правовых актов по обеспечению приоритета сохранения жизни и здоровья трудящихся.

Система предполагает постоянно самосовершенствование и пополнение при изменении законодательных и нормативно-правовых актов, а также положительного опыта организации в области охраны труда и промышленной безопасности.

В соответствии с требованиями Трудового кодекса в целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области.

Создание на предприятии службы охраны труда не означает, что другие службы и подразделения не должны заниматься проблемами обеспечения безопасности работающих. Функции прогнозирования, планирования, координации, контроля, возлагаться на службу ОТ, обучение сотрудников и исполнение принятых решений в той или иной мере касается всех структурных единиц организации. Поскольку мероприятия по обеспечению безопасности профессиональной деятельности касаются абсолютно всех сотрудников, общее руководство или координацию действий различных служб и подразделений должен осуществлять либо руководитель организации, либо один из его заместителей, наделенный достаточными полномочиями.

В работе по созданию безопасных условий труда необходимо руководствоваться следующими общими принципами:

1. Комплекс мер и средств безопасности должен быть адекватен возможным угрозам и рискам и достаточен с точки зрения действующего законодательства и нормативных правовых актов, регулирующих вопросы обеспечения безопасности личности.

2. Организационные и технические меры безопасности не должны мешать персоналу выполнять свое производственное задание. В полной мере этот принцип реализовать невозможно, т. к. любые методы и средства обеспечения безопасности вызывают определённые неудобства.

3. Применяемые методы и средства сами не должны представлять опасности для работающих.

4. Меры безопасности не должны противоречить действующему законодательству.

Основными принципами организации работы по охране труда в организации должны быть:

1. Обязательность учета проблем безопасности труда при решении всех вопросов производства и на всех уровнях управления. Это значит, что на всех стадиях, начиная от проектирования, строительства и эксплуатации вплоть до выпуска продукции, должны соблюдаться и выполняться правила и нормы охраны труда.

2. Ответственность каждого из руководителей, от работодателя до мастера, за безопасность труда на предприятии. Функциональные обязанности по вопросам охраны труда, права и ответственность каждого руководителя (должностного лица) должны быть четко зафиксированы в должностных обязанностях либо иных документах (положениях, приказах и т.д.).

3. Непосредственная подчиненность службы охраны труда высшему руководству предприятия.

4. Четкое разграничение задач, стоящих перед службой охраны труда, и другими службами предприятия при ключевой роли службы охраны труда в организации безопасного производства.

5. Преобладание в мероприятиях службы охраны труда инспекторских проверок условий труда на рабочих местах.

6. Вовлечение в решение проблем охраны труда всех сотрудников предприятия;

тесное взаимодействие службы охраны труда с уполномоченными представителями трудового коллектива.

7. Координация действий по обеспечению безопасности и гигиены труда на производстве в рамках общей программы рационализации труда.

8. Проведение глубоких исследований риска и опасностей на рабочих местах. Такие исследования включают в себя как анализ уже произошедших несчастных случаев, так и прогнозирование аварий и инцидентов.

9. Компетентность организаторов и участников работы по охране труда. Обучение безопасности труда всех работников, включая руководителей и специалистов, должно быть неотъемлемой частью профессионального обучения и повышения квалификации.

Общая ответственность за состояние условий и охраны труда на предприятии возлагается на руководителя организации. Руководители производственных подразделений и служб предприятия также имеют функциональные обязанности, касающиеся вопросов охраны труда. Распределение функциональных обязанностей закрепляется приказом по организации.

Таким образом, эффективность Системы управления охраной труда и промышленной безопасностью на предприятии определяется совместной деятельностью производственных подразделений и служб, координируемых и контролируемых специалистами службы охраны труда. Надежная система производственного контроля способствует реализации основных принципов политики организации в области охраны труда и промышленной безопасности, ее поддержки на всех уровнях управления.

#### **Оценка изменчивости прочностных горных пород на площади Денисовского месторождения**

*Салгынов С.Ф., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: Salghynov91@mail.ru*

*Научный руководитель:  
д-р техн. наук, проф. Гриб Н.Н.*

При применении современных механизированных угледобывающих и горно-проходческих комплексов в строительстве и эксплуатации добывающих предприятий угольной промышленности повышаются требования к изучению физико-механических свойств горных пород, оценки их изменчивости, как по площади, так и с глубиной. Для прогнозирования горно-геологических условий угольных месторождений необходимы достоверные сведения о физико-механических свойствах массива горных пород [3].

Испытания по определению физических и прочностных свойств, Денисовского месторождения, пород проводились на образцах правильной формы по существующим и утвержденным методикам и ГОСТам. В процессе исследований экспериментальным путем были определены объемная масса, влажность, прочность пород на сжатие и растяжение, скорость распространения продольных акустических волн, сцепление и угол внутреннего трения [4].

С целью повышения достоверности изучения ФМС пород Денисовского месторождения, было использовано современное оборудование, установка по исследованию механических свойств керна «Петромеханикс» (рис. 1).

Установка по исследованию механических свойств керна «Петромеханикс» использовалась для исследования механических свойств горных пород. Определялись следующих деформационно-прочностных параметров образцов горных пород [1, 2]:

1. Предел прочности при одноосном сжатии (ГОСТ21153.2-84);
2. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона (статический метод определения. ГОСТ 28985-91);
3. Предел прочности при одноосном растяжении (ГОСТ 21153.3-85);
4. Предел прочности при растяжении со сжатием (ГОСТ 21153.5-88);
5. Предел прочности при изгибе (ГОСТ 21153.6-75);
6. Определение прочности при срезе со сжатием (ГОСТ 21153.5-88)
7. Твердость пород по методике Шрейнера.



Рис. 1. Установка по исследованию механических свойств керна «Петромеханикс»



Рис. 2. Пример испытания образца на установке «Петромеханикс»

Отличительные особенности применения установки по исследованию механических свойств керна «Петромеханикс»

- Возможность оснащения установки различными кернодержателями для проведения исследований образцов горных пород и строительных материалов
- Неограниченное время работы для исследований на ползучесть.
- Возможность плавного регулируемого набора усилия.
- Полное программное управление установкой.
- Простота конструкции позволяет увеличить надежность установки и снизить требования к квалификации работников.

Пример исследования физико-механических свойств углевмещающих пород Денисовского месторождения, полученные с использованием установки «Петромеханикс» приведены на рисунке 3.

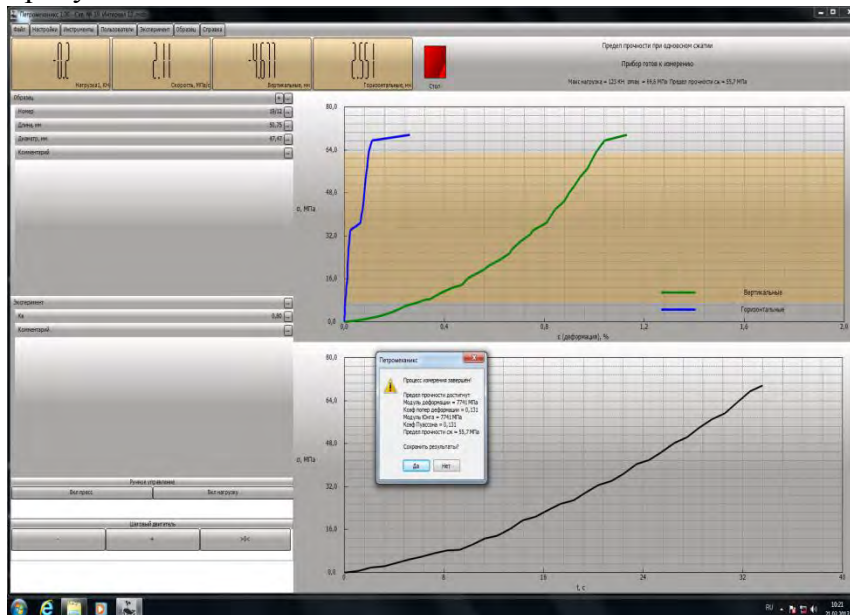


Рис. 3. Окно программы расчета ФМС на установке «Петромеханикс»

По прочностным характеристикам вмещающие породы Денисовского месторождения относятся к прочным. Средние значения прочности на сжатие у песчаников составляют – 37,8-72,0 МПа. Максимум прочности приурочен к песчаникам промежуточной зернистости в гранулометрическом ряду (мелкозернистые песчаники). Среднее

значение прочности у алевролитов выше, чем у песчаников – 85,8 МПа. Однако в углистых алевролитах наличие углистого материала и глинистого цемента снижает его прочность наполовину. Среднее значение прочности у углистых алевролитов – 23,9 МПа [4].

Значительные колебания прочностных свойств, по площади месторождения, у выделенных литотипов пород, объясняется различием в составе и типе цемента, обогащением углистым материалом, выявлением геодинамических процессов, а также воздействием на породы многолетней мерзлоты [3].

Поэтому, при разработке проекта, на строительство горного предприятия необходимо изучение пространственной изменчивости физико-механических свойств массива горных пород. Природные горно-геологические системы не поддаются строгому количественному описанию, поэтому понятие «закон» при их описании заменяется более широким и менее строгим понятием «модель». При этом даже самая совершенная модель позволяет описывать не все, а лишь некоторые свойства системы, для изучения которых осуществляется моделирование.

Поскольку изучения природной и техногенной изменчивости массива горных пород производится преимущественно выборочным методом, по сети искусственных и естественных обнажений, исходные данные всегда количественно ограничены и имеют случайный характер. Ограниченность экспериментальных данных и дискретность сетей наблюдения приводит к необходимости созданию обобщенных моделей, способствующих выявлению пространственной изменчивости изучаемых свойств. Выбор наиболее приемлемой модели определяется теми представлениями, которые сложились у исследователя в момент моделирования. То есть специфическая особенность моделирования горно-геологических объектов состоит в том, что моделируются не истинные геологические структуры, а представления о них или изменчивость тех или иных свойств, наблюдаемых на изучаемом уровне строения объекта. Сложность пространственной изменчивости физико-механических свойств и ограниченность эмпирических данных препятствуют непосредственному применению детерминированных моделей. Для выявления детерминированных свойств большинство моделей строится на вероятностной основе, поскольку проявления случайной изменчивости изучаемых свойств свидетельствуют не об отсутствии геологических закономерностей, а лишь о недостатке знаний на данном этапе изучения недр. Разработке Денисовского месторождения предшествовала геологическая доразведка, с детальным изучением ФМС по регулярной сети скважин. Поэтому при прогнозировании изменчивости ФМС массива использовалась детерминированная модель.

Результаты изучения изменчивости прочностных свойств боковых пород на Денисовском месторождении приведены на рисунках 4-5.

В целом по месторождению породы основной кровли характеризуются высокими показателями устойчивости. Прочностные свойства изменяются в диапазоне от 15 до 70 мПа. Низкие значения пород основной кровли отмечаются в северо-восточной и юго-западной частях месторождения (рис. 5).

Показатели прочности пород непосредственной кровли несколько ниже в части скважин отмечена ложная кровля. Низкие значения прочности пород, от 5 до 20 мПа наблюдаются в западной части месторождения. Также отмечены локальные понижения значений прочности в северо-западной и юго-западной частях месторождения (рис. 4).



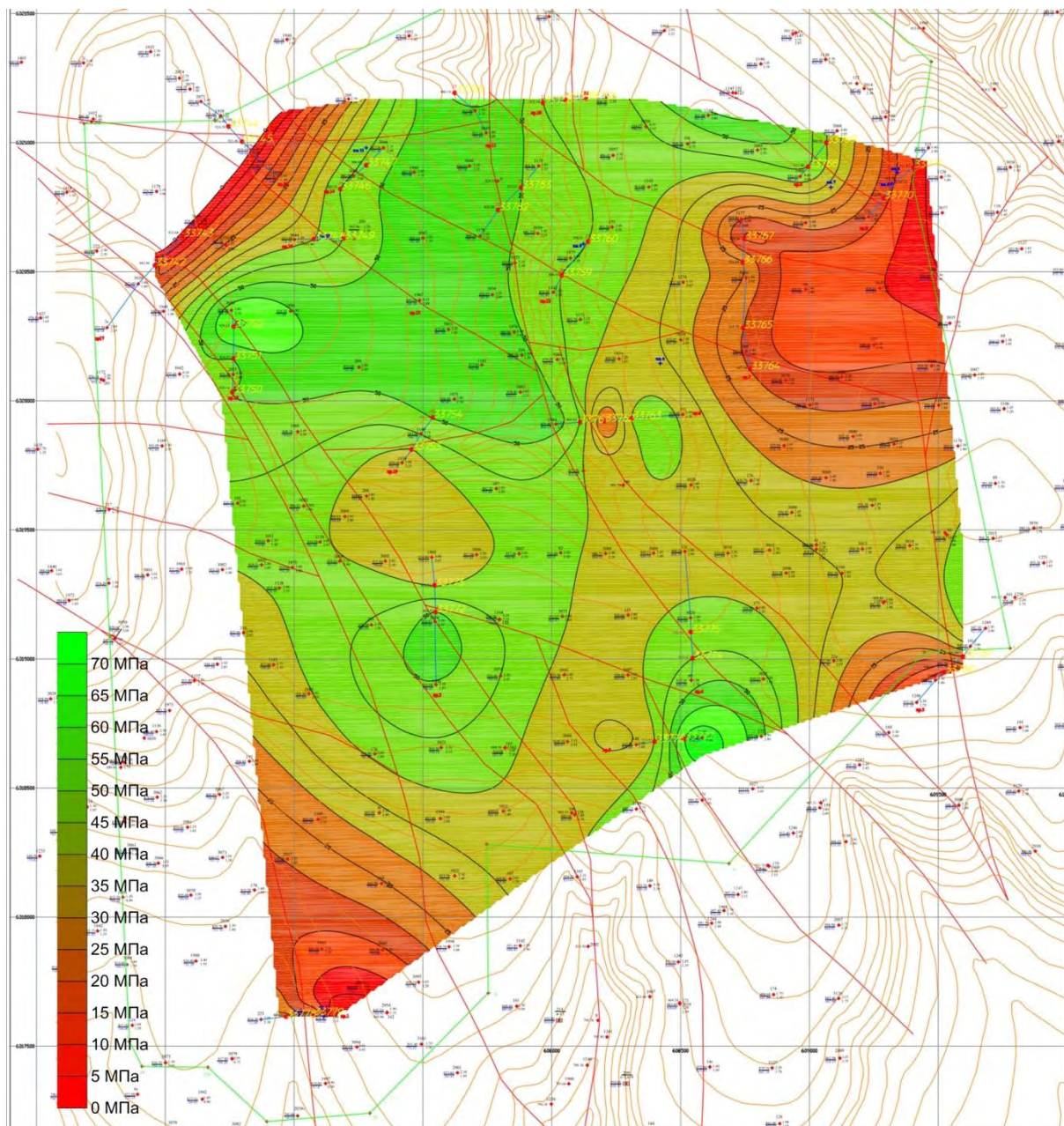


Рис. 4. План изолиний предела прочности на сжатие пород непосредственной кровли целевого пласта

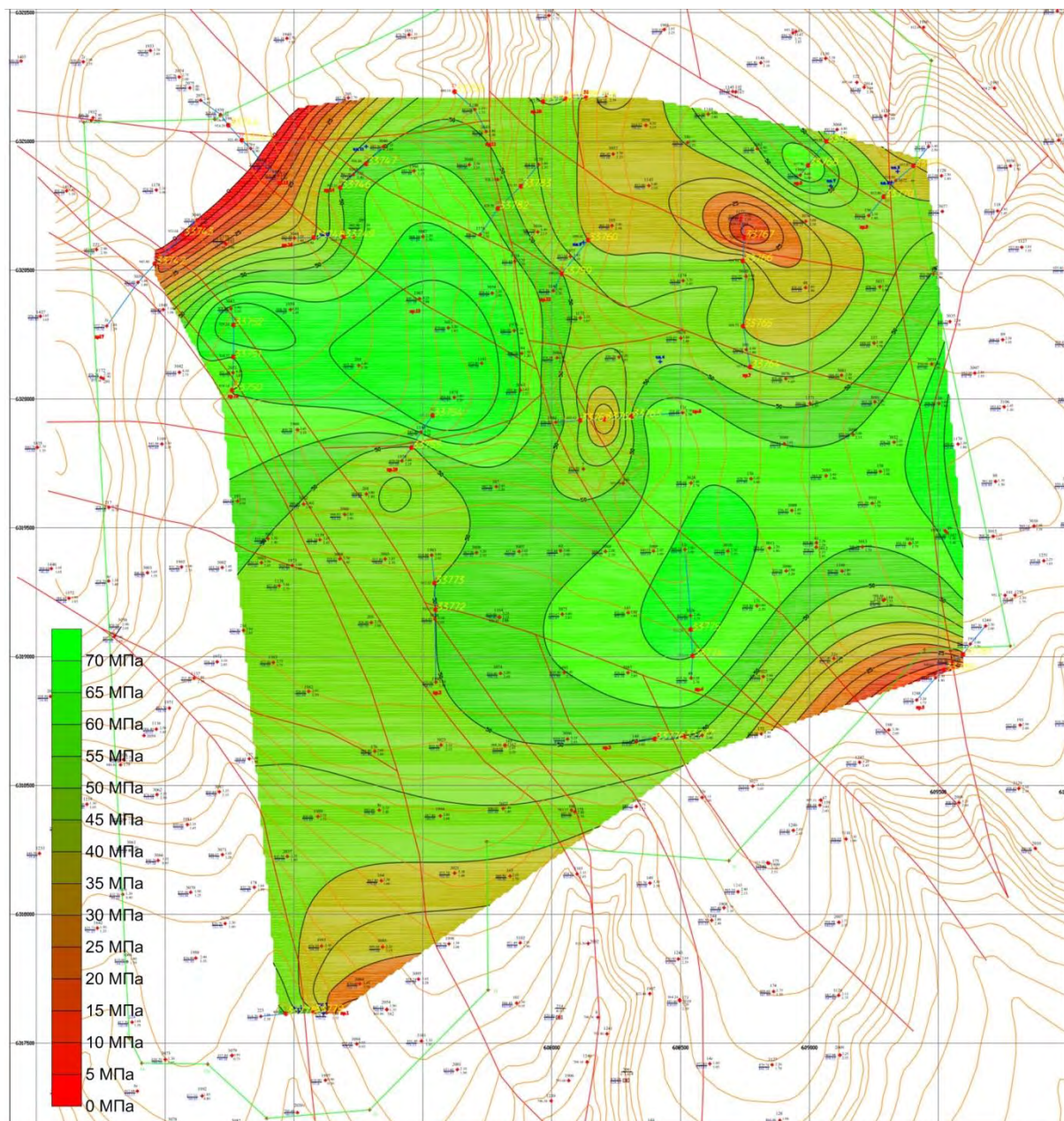


Рис. 5. План изолиний предела прочности на сжатие пород основной кровли целевого пласта

Список литературы:

1. ГОСТ 21153.2-84. Породы горные. Методы определения прочности при одноосном сжатии. М.: Изд-во стандартов, 1984. 10 с.
2. ГОСТ 21153.3-85. Породы горные. Методы определения прочности при одноосном растяжении. М.: Изд-во стандартов, 1984. 3 с.
3. Гриб Н.Н., Самохин А.В. Физико-механические свойства углевмещающих пород Южно-Якутского бассейна. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 240 с.
4. Сясько А.А., Гриб Н.Н., Качаев А.В. Отчет по договору № 12-1/319-12 от 01.06.2012 на выполнение комплекса работ по изучению напряженно-деформированного состояния горного массива в пределах поля шахты «Денисовская» Денисовского каменноугольного месторождения. Фонды ОАО УК «Нерюнгриуголь». 157 с.

## О совершенствовании технологии и техники разведки россыпных месторождений алмазов в условиях криолитозоны

*Тыкынаев В.Г., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: tykunaev95@bk.ru*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Тимофеев Н.Г.*

Основным способом поисковой и детальной разведки россыпных месторождений полезных ископаемых до настоящего времени является проведение значительного объема разведочных шурфов [1, 2, 4].

Шурф – вертикальная (реже наклонная) горная выработка, проведённая с поверхности земли для поиска и разведки полезных ископаемых с доступом в нее людей.

Исследованиями проходки разведочных шурфов занималось в разные годы немалое количество исследователей и научных организаций. Среди них особое внимание заслуживают исследования группы Л.Г. Грабчак МГРИ. Ими выполнен большой объем исследований по технике и технологии проведения шурфов и бурению скважин большого диаметра различными способами, даны практические рекомендации по их применению в различных горно-геологических условиях [2, 3, 4, 5, 6].

В практике геологоразведочных работ, при разведке россыпных месторождений полезных ископаемых в условиях многолетнемерзлых пород, широкое распространение получил буровзрывной способ проходки шурфов (рис. 1) с подъемом породы ручными воротками (рис. 2). Выбор способа проходки шурфов в первую очередь зависят от горно-геологических условий разведываемого участка. Проходка шурфов способами на «пожог» и на «проморозку» из-за низкой производительности и большой трудоемкости применяются практически не применяются.



Рис. 1. Проходка шурфов буровзрывным способом



Рис. 2. Ручной подъем пробы из шурфа

Шурфы в зависимости от условий залегания россыпей и степени разведки проводятся сечениями 1,25 (1,0×1,25м), 1,5 м<sup>2</sup>, реже 3,2 и 4 м<sup>2</sup>. При глубине шурфов до 5-10 м проветривание забоя после взрыва осуществляется за счет естественной тяги, при больших глубинах применяются ручные вентиляторы. Крепление стенок шурфа до глубины 1 м осуществляется деревянной крепью.

Проходка разведочных шурфов осуществляется с большим объемом ручного труда, при этом половина рабочего времени уходит на уборку горной массы из выработки. При использовании же крана для подъема бады дополнительное время расходуется на монтаж и демонтаж оборудования.

Учитывая тенденции увеличения объема шурфопроходческих работ при разведке россыпных месторождений полезных ископаемых, актуальность совершенствования техники и технологии этих работ значительно возрастает для геологоразведочных организаций страны. В первую очередь это касается изыскания высокопроизводительных и безопасных способов сооружения горных выработок: бурения скважин большого диаметра, шурфо-скважин и т.д.

В российской практике, по способу разрушения породы практическое применение для сооружения горных выработок (скважин большого диаметра, шурфо-скважин и др.) нашли следующие способы бурения: вращательный, ударный, ударно-вращательный, вибрационный и др.

Буровая скважина – вертикальная, наклонная или горизонтальная горная выработка преимущественно круглого сечения (диаметр 59-1000 мм и более), образуемая в результате бурения, без доступа человека к забою. В основном скважины используются при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых, а также для решения инженерных задач в различных видах строительных работ.

Скважины большого диаметра – это скважины с диаметром от 0,5 до 2,5 м, используемые в основном для решения технических задач при разработке месторождений полезных ископаемых (вентиляционные, коммуникационные и др. и в строительстве (возведение опор, свай и т.п.).

Шурфо-скважина – это вертикальная (редко наклонная) круглой формы поперечного сечения горная выработка, пройденная бурением и имеющая выход на земную поверхность. Диаметр шурфо-скважин может быть от 500 мм до 1000 мм и более, а глубина от нескольких метров до нескольких десятков метров. Основное назначение шурфо-скважины, это отбор достоверных и представительных проб при разведке месторождений полезных ископаемых.

В этой связи одним из основных и перспективных направлений по совершенствованию существующей техники и технологии шурфопроходческих работ является возможность применения бурового способа.

Вращательный способ бурения является наиболее распространенным способом и осуществляется со следующими буровыми инструментами большого диаметра (шурфобурами) [1, 4, 7]:

- *дисковые буры* применяются при бурении неглубоких выработок в мягких породах, глубина которых не превышает длины буровой штанги или хода подачи бура.

- *шнековые буры* наиболее широко применяются при бурении шурфоскважин. Основным рабочим органом шнековых буров является ведущая труба со шнеком, к нижней части которого соединяется опережающее долото (породоразрушающий инструмент). В зависимости от горно-геологических условий, шнеки по количеству лопастей разделяются на однозаходные (по мягким породам) и двухзаходные (по сыпучим породам).

- *ковшовые буры* применяются в сыпучих и обводненных породах с содержанием до 40% валунов от общего объема породы. Основным недостатком ковшового бура является необходимость в дополнительной мощности для углубления бура в горный массив.

- *грейферные буры* применяются при бурении шурфоскважин в обводненных песчаных и валунно-галечниковых отложениях, с одновременным креплением стенок скважины. При бурении грейфер опускают на забой и по колонне бурильных труб (напорные грейферы) подают осевую нагрузку или вибрации (виброгрейферы) для внедрения в породу. Главным недостатком грейферов является небольшая площадь работы.

- *колонковые буры*, предложенные кафедрой горного дела МГРИ в практике бурения скважин большого диаметра, в настоящее время широко не применяются. Это в первую очередь связано с трудностями отрыва керна из забоя, которые приводят к увеличению рабочего времени.

- *аккумулирующие буры* применяются для бурения скважин в вертикальных горных выработках в условиях больших водопритоков с диаметром до 5 м без применения очистного агента или с местной циркуляцией.

- *Шарошечное бурение* в основном применяется при бурении скважин по твердым породам. Породоразрушающие инструменты шарошечного бурения бывают двух видов: шарошечные буры (шарошечные долота) и агрегаты реактивно-турбинного бурения (РТБ). Для работы шарошечным буром при бурении скважин большого диаметра необходимы мощные тяжелые буровые установки и высокопроизводительные насосы, что становится экономически не выгодным.

- *Шурфобур с забойным приводом*. Снаряд предназначен для бурения мягких пород, на небольшую глубину. Этот снаряд обеспечивает транспортировку разрушенной породы на поверхность одновременно с процессом бурения, однако значительное время затрачивается на наращивание сложной двойной колонны, что с увеличением глубины шурфа снижает производительность бурового процесса.

Ударный способ бурения скважин большого диаметра (шурфоскважин) является весьма эффективным [1, 3, 6].

Различают следующие виды ударного воздействия на горную породу: бурение с отрывом породоразрушающего инструмента от забоя после каждого удара (ударно-канатное бурение с использованием долот, желонки, стаканов); бурение без отрыва от забоя забивного стакана (вибрационное) и применение грейфера.

В настоящее время, в практике бурения скважин большого диаметра (шурфоскважин) в условиях распространения многолетнемерзлых пород самым оптимальным способом является ударно-канатное бурение.

Основные недостатки ударно-канатного способа это: низкие технико-экономические показатели, не совершенство конструкции и технологии желонирования, искривление скважин, при бурении в условиях криолитозоны опасность замерзания подливаемой воды, недостаточный отбор пробы из шурфо-скважины, из-за этого низкое качество опробования, а также в зависимости от параметров скважины (глубины, диаметра) и физико-механических свойств многолетнемерзлых пород утяжеление в разы веса бурового породоразрушающего инструмента, который приводит к сокращению ресурса талевой системы буровой установки. При бурении шурфо-скважин порыхлым неустойчивым породам требуется установка обсадных труб, отсюда высокая трудоемкость операций с посадкой и извлечением обсадных труб.

Изучению техники и технологии проходки шурфов и бурения скважин большого диаметра по мягким и однородным породам посвящено достаточно много работ, но исследований в условиях распространения многолетнемерзлых пород на Северо-Востоке России крайне мало. В этом регионе основными проблемами разведочных работ явля-

ются: сезонность ведения шурфопроходческих работ, низкий уровень механизации тяжелых и трудоемких процессов, а также высокая стоимость работ.

Дальнейшее повышение эффективности применения бурового способа разведки россыпных месторождений полезных ископаемых может быть достигнуто в результате внедрения современного высокопроизводительного оборудования, совершенствования известных и разработки новых технологий, которые позволят повысить производительность, безопасность и снизить трудоемкость рабочего персонала.

#### Список литературы:

1. Брылин В.И. Бурение скважин на россыпи: учеб. пособие / В.И. Брылин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – С. 3-65.
2. Грабчак Л.Г. Основы теории, исследование процессов и оптимизация технологии бурового способа проведения геологоразведочных шурфов и вентиляционных скважин большого диаметра / Л.Г. Грабчак: автореф. дис. д-ра техн. наук. – М., 1974. – 42 с.
3. Грабчак Л.Г. Бурение шурфов и скважин самоходными и передвижными установками / Л.Г. Грабчак и др. – М.: Недра, 1979. – С. 91-112.
4. Грабчак Л.Г. Горноразведочные работы / Л.Г. Грабчак. – М.: Высш. шк., 2003. – 661 с.
5. Грабчак Л.Г. Горнопроходческие работы / Л.Г. Грабчак и др. – М.: Высш. шк., 2003. – 201 с.
6. Грабчак Л.Г. Опыт бурения скважин большого диаметра установкой ЛБУ-50 / Л.Г. Грабчак и др. // Специальные работы в промышленном строительстве: сб. – 1972. – Сер. V, вып. 3(69). – С. 44-55.
7. Карпиков А.П. Бурение горно-разведочных и технических выработок: учеб.-справ. пособие / А.П. Карпиков, Б.Н. Кузовлев, А.В. Толмачев. – М.: МГИУ, 2003. – 102 с.

#### **Промывка высокоглинистых песков в новом аппарате дезинтеграции и классификации**

*Ширман Г.В., м.н.с.,  
Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского,  
г. Якутск,  
E-mail: shirman@inbox.ru*

*Научный руководитель:  
д-р техн. наук Матвеев А.И.*

В настоящее время для дезинтеграции и первичной классификации глинистых материалов широко применяются промывочные аппараты барабанного типа – скрубберы, промывочные барабанные грохоты, бутары, скруббер-бутары. Промывка в подобных устройствах осуществляется механическим путем, то есть за счет каскадного перемещения материала, воздействия промывочной воды, поданной из оросителей, трением и соударением кусков глины о стенки барабана, а также с крупной галей. Практика эксплуатации данных аппаратов на производстве показывает удовлетворительное качество промывки песков с низким и средним содержанием глинистой составляющей (не более 15%), однако при дезинтеграции высокоглинистого материала промывка про-

ходит не эффективно. Предыдущие экспериментальные исследования показали, что в данных типах аппаратов имеет место обратный процесс дезинтеграции: наблюдается образование плотных сферических глинистых агрегатов – окатыши, которые формируются при определенных режимах промывки. Это приводит к снижению эффективности последующих процессов обогащения [1].

Как правило, для повышения извлечения золота из трудноперерабатываемых высокоглинистых песков предлагаются многостадийные операции по промывке и концентрации металла, тем самым увеличивается себестоимость продукции.

Таким образом, работа, связанная с изучением процесса промывки и поиском рациональных путей обеспечения полноты дезинтеграции высокоглинистых песков и разработка эффективных технических средств, является актуальной.

В лаборатории обогащения полезных ископаемых ИГДС СО РАН ведутся работы по дезинтеграции высокоглинистых песков. Разработан и изготовлен опытный образец аппарата для дезинтеграции и классификации глинистых материалов [2] (рисунок 1), принцип работы которого заключается в комплексном последовательном воздействии на промываемый материал в воздушной и водовоздушной средах. Аппарат обеспечивает дезинтеграцию, гидравлическую классификацию и удаление шламистых фракций. Разработанный аппарат не имеет движущихся частей, прост в изготовлении и обслуживании, характеризуется низкой энергоемкостью и высокой эксплуатационной надежностью.



Рис. 1. Аппарат для дезинтеграции и классификации

Аппарат для дезинтеграции и классификации (АДК) производит одновременно дезинтеграцию песков и классификацию по крупности с выделением отвальной гали и продуктивных песков. Принцип работы аппарата представлен на рисунке 2.

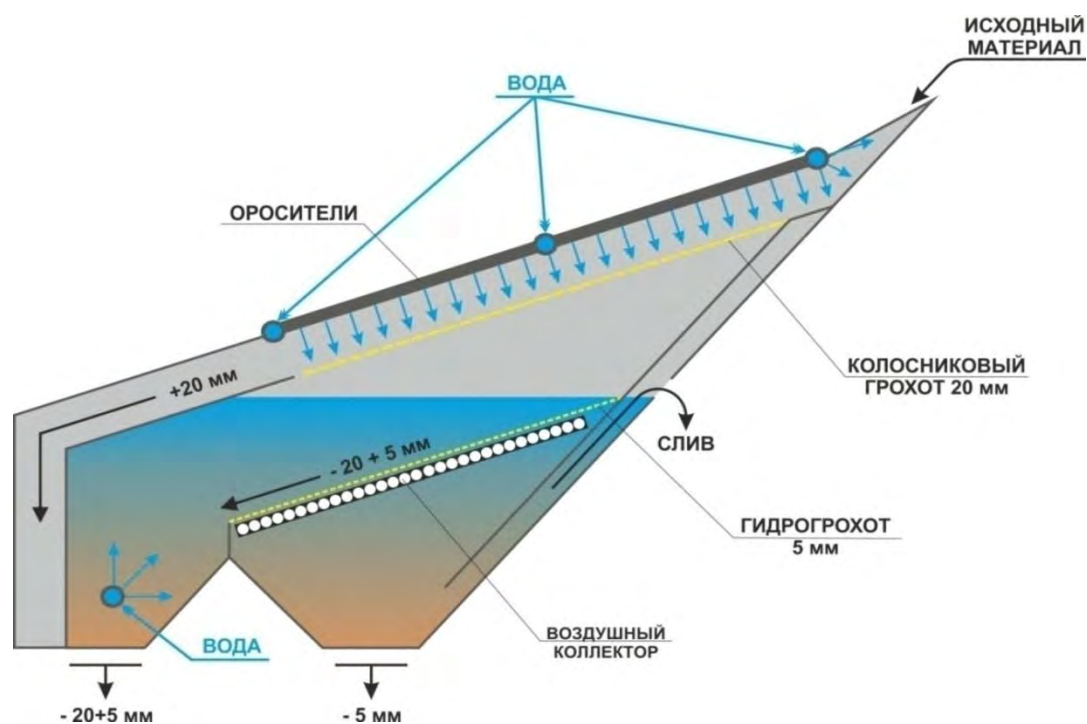


Рис. 2. Принцип работы аппарата для дезинтеграции и классификации

Аппарат работает следующим образом. Нижняя часть дезинтегратора (ванна) заполняется водой, из установленного в ней воздушного коллектора подается воздух в водную среду, создавая в ванне режим водо-воздушного барботажа, а в верхней части, поверх наклонно установленного колосникового грохота через оросители подается струями промывочная вода под давлением. Исходный материал (пески) крупностью менее 100 мм подается на загрузочный лоток и далее поступает на колосниковый грохот. Промываемый материал перемещаясь сверху вниз по наклонному колосниковому грохоту подвергается интенсивному воздействию струй воды. Отмытые от глины, таким образом, фракции крупнее 20 мм с грохота сбрасываются в отвал, а фракция крупностью менее 20 мм погружается в ванну с водой и попадает на просеивающую поверхность гидрогрохота с размером ячеек 5 мм, где продолжает дезинтегрироваться в водной среде под интенсивным воздействием воздуха в режиме барботажа, при этом происходит второй этап классификации: фракция крупнее 5 мм уходит в бункер и выгружается в галечный отвал, а продуктивные пески крупностью менее 5 мм выводятся и поступают на дальнейшее обогащение. Одновременно через сливной порог нижней части дезинтегратора (ванны) происходит непрерывное удаление шламистых фракций в слив.

Исследование процесса промывки проводилось на высокоглинистом материале месторождения Нижний Куранах (Алданский район, Республика Саха (Якутия). Содержание тонких фракций  $-0,05$  мм в исходных песках составляет 45%.

Исходный материал испытывался с естественной влажностью 25% и заданной влажностью 10%.

Для определения рациональных конструктивных и режимных параметров промывки песков на разработанном и изготовленном образце аппарата с внешними параметрами  $2,2 \times 0,62 \times 1,4$  м и весом 320 кг без основания, конструкцией предусматривалось изменение угла наклона верхней и нижней просеивающей поверхности, система подачи воды до  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$  и воздуха до  $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Эксперименты проводились следующим образом.



Загрузка исходных проб с разным весом и объемом до 100 кг производилась одновременно (порционно). После проведения опыта каждый продукт высушивался, взвешивался, затем проводилась расситовка мокрым способом для определения гранулометрического состава.

Оценка влияния влажности исходных песков на качество разделения материала по фракциям имеет очень важное значение, так как высокоглинистые пески Нижне-Куранахского месторождения не обладают, за счет излишних адгезионных свойств, недостаточной разбухаемостью и самодиспергируемостью при переувлажнении, а в подсушенном состоянии представляют достаточно сложный материал для размыва и дезинтеграции.

Эксперименты проводились в следующих условиях. Пробе весом 60 кг задавалась определенная влажность. Эксперименты осуществлялись при одинаковых рациональных режимных параметрах: объем промывочной воды – 15 м<sup>3</sup>/ч, объем подаваемого воздуха – 300 м<sup>3</sup>/ч на 0,15 м<sup>3</sup> полезного объема рабочей камеры (ванны) аппарата или на 3 м<sup>3</sup>/ч подаваемых исходных песков.

После проведения опыта песковая фракция -5+0 мм высушивалась, взвешивалась, затем проводилась расситовка мокрым способом для определения гранулометрического состава.

Эксперименты показали, что при естественной влажности материала достигается наиболее эффективное разделение исходных песков по фракциям по сравнению с подсушенным материалом.

При естественной влажности исходного материала 25% (дражная добыча) эффективность классификации по классу 20 мм достигает 99%, а по классу 5 мм доходит до 95%, при уменьшении влажности исходных песков до 10% эффективность классификации снижается по классу 20 мм до 94%, по классу 5 мм – 92%. Полученные результаты существенно выше при классификации высокоглинистых песков в стандартном барабанном грохоте (скруббер).

Результаты экспериментов представлены на рисунке 3, в сравнении с аналогичными показателями эффективности классификации в стандартном барабанном грохоте при влажности – 25%.

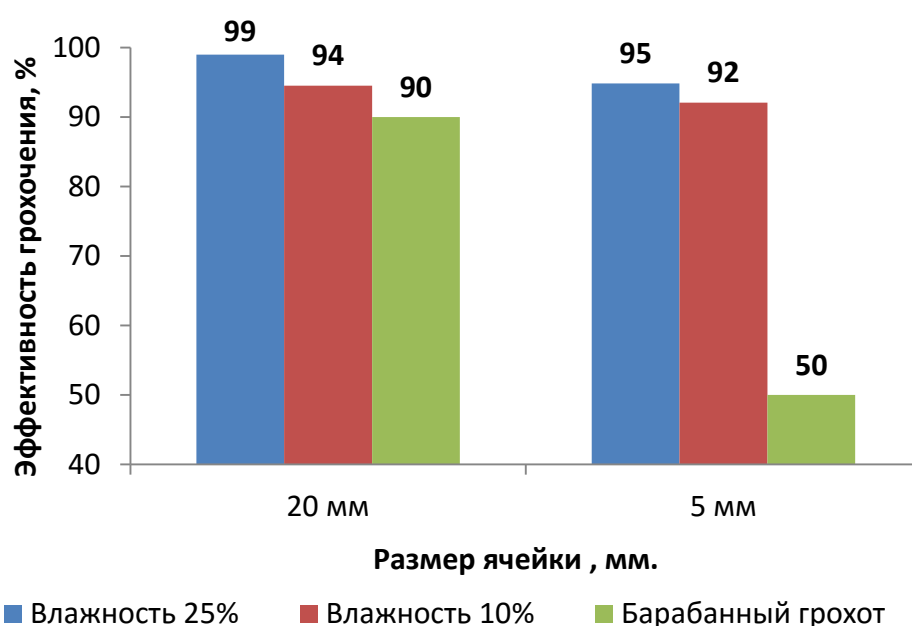


Рис. 3. Эффективность грохочения на аппарате дезинтеграции и классификации при разной влажности исходных песков

Качественная оценка эффективности дезинтеграции также характеризуется остаточным содержанием фракции  $-0,05+0$  мм в продуктивных песках АДК.

Эксперименты показали, что при естественной влажности материала достигается наиболее эффективное удаление шламистых фракций в слив, что существенно сказывается на качестве получаемых продуктивных классов крупности, переходящих непосредственно в процесс обогащения.

В исходном материале содержание шламистых фракций  $-0,05$  мм – 45%, при промывке с естественной влажностью 25% содержание тонких фракций на выходе в продуктивных классах крупности  $-5+0,5$  мм сокращается до 10%, однако при понижении исходной влажности материала до 10%, удаление из процесса тонких шламистых фракций происходит не столь эффективно, и их доля в продуктивных песках достигает 35%.

Результаты исследований представлены на рисунке 4.

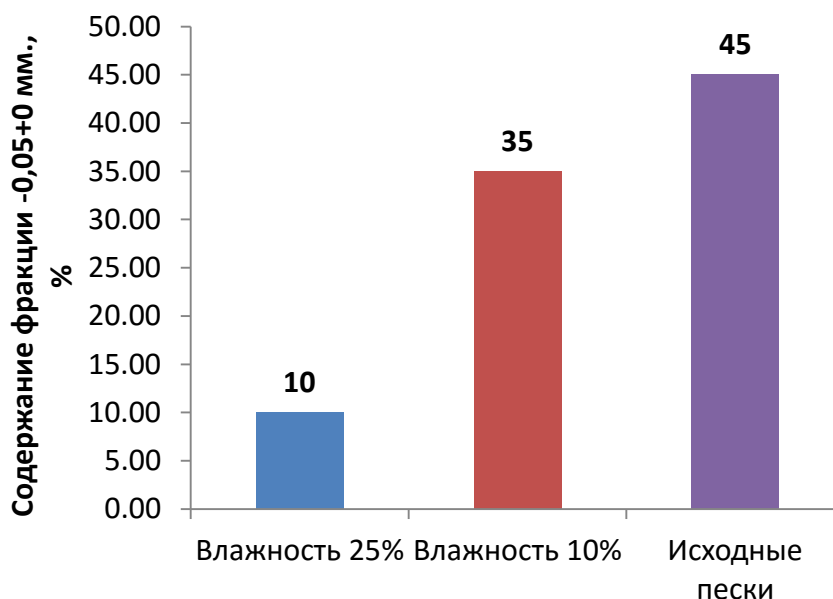


Рис. 4. Содержание шламистых фракций кл.  $-0,05$  мм в продуктивных песках АДК

Результаты исследований процессов дезинтеграции высокоглинистых песков на новом аппарате позволяют найти рациональные конструктивные и режимные параметры, а также эффективные условия работы в зависимости от исходной влажности песков. Наилучшие условия промывки песков и удаления глинистых фракций достигаются при естественной влажности исходных песков, тогда как частичное обезвоживание или подсушка исходного материала приводит к существенному снижению эффективности промывки.

Таким образом, экспериментально определены наиболее рациональные конструктивные и режимные параметры работы опытного аппарата дезинтеграции и классификации конструкции ИГДС СО РАН по промывке высокоглинистых (с содержанием глинистых фракций более 30%) золотоносных песков месторождения Верхний Куранах (Алданский район, Республика Саха (Якутия)). Выявлено, что наиболее важным параметром, оказывающим существенное влияние на эффективность дезинтеграции и удаление шламистых глинистых фракций в слив является исходная влажность песков, при этом наилучшие результаты дезинтеграции 95% по классу  $-5$  мм достигаются при исходной влажности песков выше 25%, что соответствует уровню естественной влажности песков при разработке обводненных месторождений (дражная разработка).

### Список литературы:

1. Ширман Г.В. Дезинтеграция плотных глинистых агрегатов в промывочных машинах барабанного типа при добавлении обломочного материала / Г.В. Ширман // Геомеханические и геотехнологические проблемы эффективного освоения месторождений твердых полезных ископаемых северных и северо-восточных регионов России: труды Второй Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. памяти чл.-кор. РАН Новопашина М.Д. г. Якутск, 17-19 сент. 2013 г. – Якутск: Изд-во ФГБУН Ин-та мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2014. – 206-209.

2. Пат. на полезную модель № 147968. Аппарат для дезинтеграции и классификации / Матвеев А.И., Ширман Г.В.; заявитель и патентообладатель Ин-т горн. дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН; №2012150005/03 заявл. 22.11.2012г., опубл. 20.11.2014, Бюл. 32.

### **Основные свойства природного графита**

*Шуляк А.Н., Занаев Ц.-Д.С., студенты,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: raul1975@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. геол.-минерал. наук, доцент Руквич А.В.*

Что мы знаем о графите? Спросите любого и первое что вам ответят это то что этот минерал используют для изготовления простых карандашей. Однако спектр применения этого минерала более широк чем считают обыватели и все это благодаря его по своему уникальным свойствам.

Графиты – вещества серого цвета с металлическим блеском, аморфного, кристаллического, или волокнистого сложения, жирные на ощупь, удельный вес от 1,9 до 2,6. По внешнему виду графит, имеет металлический свинцово-серый цвет, колеблющейся от серебристого до черного, с характерным жирным блеском. Поэтому потребители зачастую называют явнокристаллические графиты серебристыми, а скрытокристаллические – черными. На ощупь графит жирен и отлично пачкается. На поверхностях он легко дает черту от серебристого до черной, блестящей. Графит отличается способностью прилипать к твердым поверхностям, что позволяет создавать тонкие пленки при натирании им поверхностей твердых тел.

Графит представляет собой аллотропную форму углерода, которая характеризуется определенной кристаллической структурой, имеющей своеобразное строение.

В зависимости от структурного строения графиты делятся на:

- явнокристаллические,
- скрытокристаллические,
- графитоиды, высокодисперсные графитовые материалы, обычно называемые углями.

В свою очередь, явнокристаллические графиты по величине и структуре кристаллов делятся на:

- плотнокристаллические
- чешуйчатые

В чешуйчатых графитах кристаллы имеют форму пластинок или листочков. Чешуйки их жирные, пластичные и имеют металлический блеск.

Важнейшие свойства графита.

Электрические свойства. Электропроводность графита в 2,5 раза больше электропроводности ртути. При температуре 0 град. удельное сопротивление электрическому току находится в пределах от 0,390 до 0,602 ом. Низкий предел удельного сопротивления для всех видов графита одинаков и равен 0,0075ом.

Термические свойства. Графит обладает большой теплопроводностью, которая равняется 3,55 вт\*град/см и занимает место между палладием и платиной. Коэффициент теплопроводности 0,041(в 5 раз больше, чем у кирпича). У тонких графитовых нитей теплопроводность выше, чем у медных. Температура плавления графита 3845-3890 С при давлении от 1 до 0,9 атм. Точка кипения доходит до 4200С. Температура воспламенения в струе кислорода составляет для явнокристаллических графитов 700-730С. Количество тепла, получаемого при сжигании графита, находится в пределах от 7832 до 7856 ккал.

Магнитные свойства. Графит считается диамагнитным.

Растворимость графита. Химически инертен и не растворяется ни в каких растворителях, кроме расплавленных металлов, особенно тех, у которых высокая точка плавления. При растворении образуются карбиды, наиболее важными свойствами которых являются карбиды вольфрама, титана, железа, кальция и бора. При обычных температурах графит соединяется с другими веществами весьма трудно, но при высоких температурах он дает химические соединения со многими элементами.

Упругость графита. Графит не обладает эластичностью, но тем не менее он может быть подвергнут резанию и изгибанию. Графитовая проволока легко сгибается и закручивается в спираль, а при вальцевании дает удлинение около 10%. Сопротивление на разрыв такой проволоки равно 2 кг/мм<sup>2</sup>, а модуль изгиба равен 836 кг/мм<sup>2</sup>.

Оптические свойства. Коэффициент свето-поглощения графита постоянен для всего спектра и не зависит от температуры лучеиспускания тела; для тонких графитовых нитей он равен 0,77, с увеличением кристаллов графита свето-поглощение уже находится в пределах 0,52-0,55.

Жирность и пластичность графита являются важнейшими свойствами, которые дают возможность широко применять его в промышленности. Чем выше жирность графита, тем меньше коэффициент трения. От жирности графита зависит использование его в качестве смазочного материала, а также способность прилипания к твердым поверхностям. Благодаря этим свойствам имеется возможность создавать тонкие пленки при натирании графитом поверхности твердых тел. Низкий коэффициент теплового расширения графита и связанная с этим высокая стойкость к температурным напряжениям, является решающим фактором применения его, как важного и незаменимого вспомогательного материала в металлообрабатывающей, чугунолитейной и сталелитейной промышленности, т.е. всюду, где рабочие поверхности должны предохраняться от прямого воздействия расплавленного металла. Важным преимуществом при таком использовании является также его несмачиваемость, полностью восстановленными металлами и нейтральными шлаками, прочность при высоких температурах. Применение графита при отливке деталей повышает качество отливов, уменьшает количество брака, и предупреждает образование пригара, на удаление которого требуется большие усилия и затраты. Сырые литейные формы и стержни покрываются слоем сухого графитового порошка. Чистый графит имеет низкий коэффициент поглощения нейтронов и самый высокий коэффициент замедления, благодаря чему он незаменим в атомных реакторах.

Без графитовых электродов невозможно развитие черной и цветной, химической промышленности. Графит прекрасный футеровочный материал электролизеров для получения алюминия. Углеродосодержащие материалы применяются для строительства электропечей и других тепловых агрегатов. Из графита готовятся тигли, лодочки для производства сверхтвердых сплавов. В химической промышленности материалы из графита незаменимы для производства теплообменников, работающих в агрессивных средах. А так же для изготовления нагревателей, конденсаторов, испарителей, холодильников, скрубберов, дистилляционных колонн, форсунок, сопел, кранов, деталей для насосов, фильтров.

Отечественная промышленность в большом ассортименте выпускает графитовые электрошетки для различных электрических машин, электрические осветительные угли для прожекторов и для демонстрации и съемок кинофильмов, элементные – гальванических батарей, сварочные и для спектрального анализа, изделия для электровакуумной техники и техники связи. В машиностроении графит используется как антифрикционный материал для подшипников, колец трения, торцевых и поршневых уплотнений, подпятников.

## **Секция 4. Физико-математические науки и информационные технологии**

### **Интеграция сайта модуля «База-данных научных и методических трудов сотрудников вуза» с сайтом института**

*Базылев В.И., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: vovaviper@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. геол.-минерал. наук, доцент Мололкина О.Л.*

Создание сайта, который возможно было бы подключить к сайту любого вуза. Сайт должен содержать минимум информации, но хранить в себе всю Базу методических, научных и других трудов сотрудников вуза.

Т.е работа должна быть сделана в формате HTML(сайт) и подключенным модулем Базы данных. В данной работе использование базы данных MySQL или Delphin.

Сайт написан в программной среде Adobe Dreamweaver. При помощи HTML кода написаны страницы, построен общий вид. При помощи 3 видов меню возможна навигация по сайту.

Основная страница организована следующим образом:

При нажатии на ссылку под названием «Регистрация продукта» выходит общее окно, в котором предлагаются окна для заполнения («Название продукта», «Год выпуска» и т.д), и пример их заполнения. Данная информация располагается в таблице. Программный код таблицы <Table>, </table>. Ниже располагается кнопка «зарегистрировать». При помощи этой кнопки в дальнейшем продукт будет заноситься в базу данных.

После выполнения работы пользователи сети интернет смогут заходить на сайт вуза, заходить на модуль «Базу данных» и просматривать любую интересующую нас информацию о том или ином сотруднике, какие работы он написал, где защищал, и кто был у него в соавторстве.

После завершения сайта, пользователи сети интернет смогут войти на сайт вуза и посмотреть информацию о любом сотруднике вуза, его работы и методики обучения. Как видно из «фотографий» сайта сотрудники будут зарегистрированы в сервисе и прикреплены к головному почтовому ящику вуза.

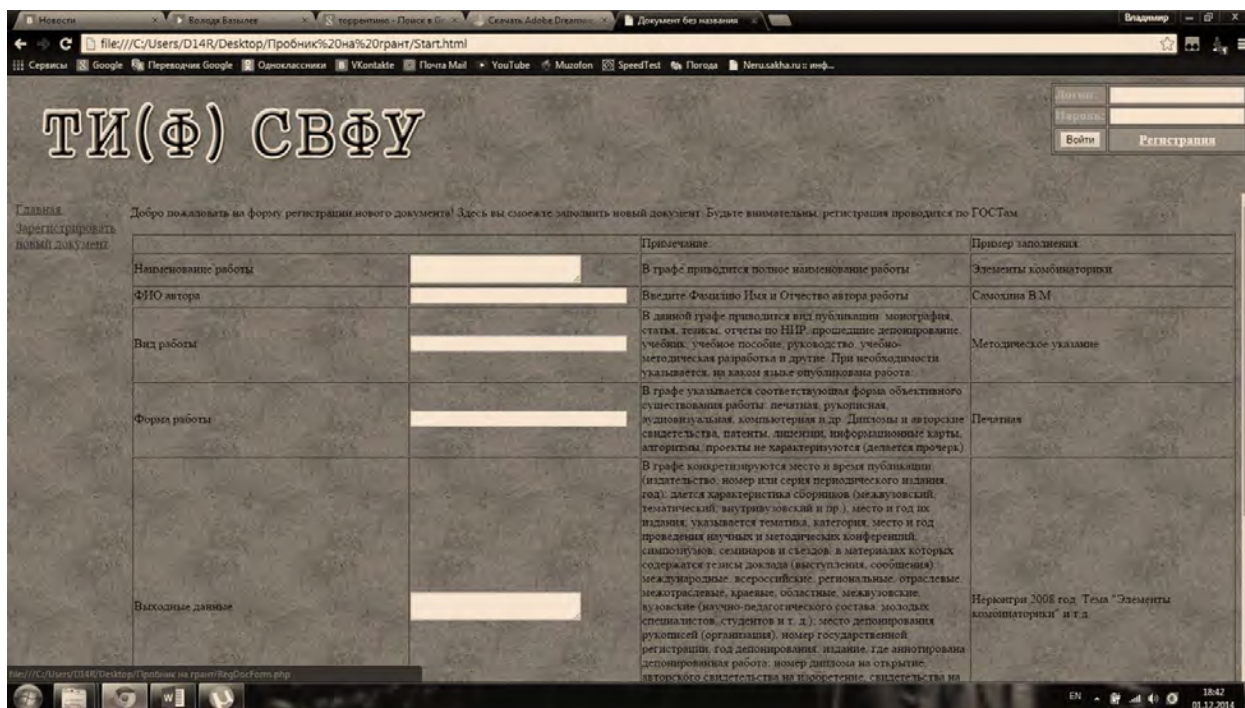


Рис. 1. Страница «Регистрация документа»



Рис. 2. «Главная страница»

Почему стоит уделить внимание данной работе? Во-первых, данная тема еще ни разу не бралась за основу. Во-вторых, данный сайт будет универсальным. Т.е где бы вы не учились или не работали, взяв данный сайт и подключив его к сайту вуза, можно посмотреть всю интересующую нас информацию. И не важно, что это за вуз, МГУ или ТОГУ. В-третьих – интерактивность. В век высоких технологий немного позорно иметь огромные архивы работ. В данном сайте можно скооперировать всю интересующую нас информацию в один малый и удобный источник. И сотрудник никогда не забудет где можно найти название, соавтора или другую необходимую информацию о работе написанной, например, 10 лет назад.

Цели, которые будут преследоваться в будущем:

- Полноценное подключение базы данных (сейчас этот пункт в частичном доступе);
- Возможность подгрузки и полной загрузки файлов, как на сервер, так и с него (например, загрузить копию методических указаний по предмету Математический Анализ);
- Перевод всех сотрудников вуза на интерактивное хранение информации о работах (для начала в своем вузе).

Список литературы:

1. Электронный учебник «Современные Web технологии и Уроки Photoshop»
2. Усенков Д.Ю. Уроки Web-мастера. / Д.Усенков. 2-е изд., испр. И др. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003 – 507с.: и.
3. Видео – хостинг YouTube.com (Изучение подключения Базы данных к сайту)

### **Конфигурация 1С: «Предметно-цикловая комиссия»**

*Боянов А.Е., студент,  
Южно-Якутский технологический колледж,  
г. Нерюнгри  
E-mail:alex08.01.95@mail.ru*

*Научный руководитель:  
зав. отделения ИТ и СЭС Хамрилова Л.А.*

Хранимая на отделении информация о преподавателях носит разрозненный характер, дублируется и не обновляется систематически. Это связано с тем, что нет единой базы данных о преподавателях, информация хранится в приложениях программы MS Office – MS Word или MS Excel, которые не предназначены для ведения единой базы данных. Это в свою очередь затрудняет и усложняет введение и обновление данных для руководителя ПЦК, зав. отделения. Затрачивается много времени на формирование отчетов разной направленности – аттестация преподавателя, достижения и т.д.

Поэтому актуальным является создание конфигурации «Предметно цикловая комиссия» на платформе 1С: Предприятие и разработка инструкции для пользователя – преподавателя, руководителя ПЦК и зав. отделения.

Разработанная конфигурация решает прикладную задачу в информационной системе 1С: Предприятие. При создании конфигурации можно выделить два вида деятельности:

1. Работа с визуальными средствами разработки – диалоговыми окнами, размещение необходимых элементов управления и задание их свойств;
2. Программирование на встроенном языке.

Конфигурация содержит различные объекты: перечисления, справочники, документы, регистры и т.д.

Перечисления – данный объект позволяет исключить неоднозначность информации при ее вводе и обработке (рис.1) [1]:

1. Перечисление *Совмещение* – перечисление заведующий кабинетом, куратор, тьютор, руководитель ПЦК;



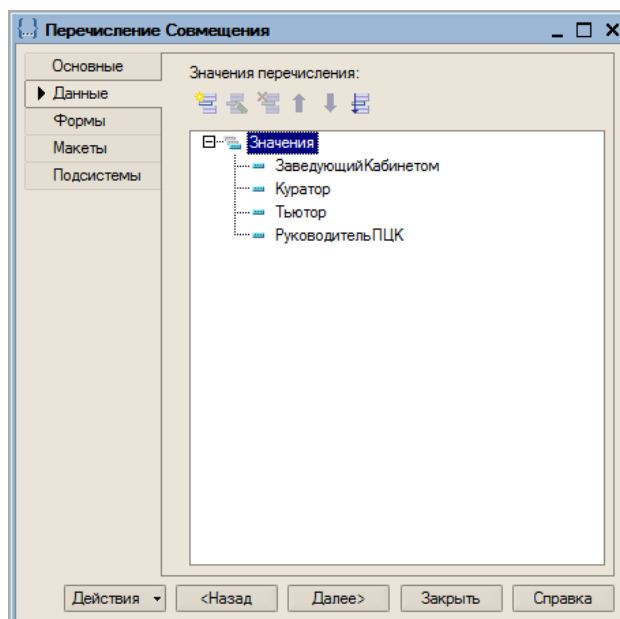


Рис. 1. Перечисление *Совмещения*

2. Перечисление *Форма обучения* – перечисление очной и заочной формы обучения;

3. Перечисление *Номер кабинета* – перечисление номеров всех кабинетов.

4. Перечисление *Название кабинета* – перечисление название всех кабинетов;

5. Перечисление *Название практики* – перечисление всей практики;

6. Перечисление *Тип аттестации* – перечисление всех форм аттестации;

7. Перечисление *Семестр* – перечисление всех семестров (римские цифры)

Справочники – данный объект похож на таблицу, в отличии от перечислений пользователь может вносить в справочник информацию:

1. Справочник *Предметно-цикловая комиссия* (рис.2) – иерархический справочник хранящий информацию по гуманитарным и техническим направлениям со ссылкой на справочник *Преподаватели*;

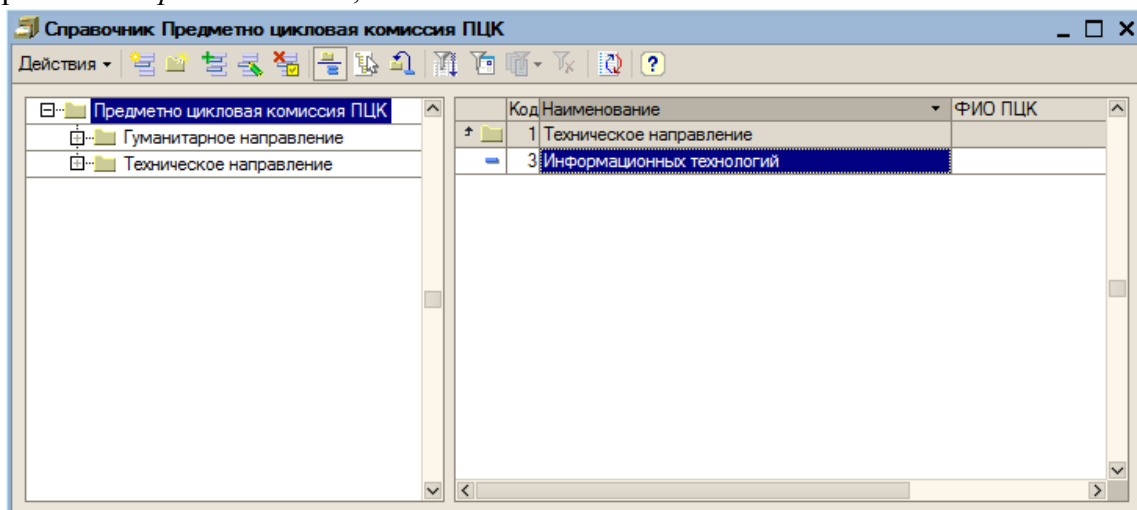


Рис. 2. Иерархический справочник «Предметно-цикловая комиссия»

2. Справочник *Преподаватели* – справочник включающий в себя список ФИО преподавателей со ссылкой на справочник должности;

3. Справочник *Специальности* – справочник в котором содержится информация о специальностях отделения в соответствии с ФГОС со ссылкой на причисление *Форма обучения*;

4. Справочник *Группы* – справочник в котором содержится информация о группах отделения со ссылкой на перечисление *Курсы* и справочники *Преподаватели* и *Специальности*;

5. Справочник *Кураторы* – справочник в котором содержится информация о студентах группы со ссылкой на справочник *группы*, кураторе с ссылкой на справочник *Преподаватели* и кабинете с ссылкой на перечисление *Номер кабинета* [1].

6. Справочник *Должности* – справочник в котором содержится информация о должностях отделения.

7. Справочник *Заведующий кабинетом* – справочник в котором содержится информация о преподавателе и номере кабинета с ссылкой на перечисление *Номер кабинета*, которым заведует тот или иной преподаватель.

8. Справочник *Практика* – иерархический справочник в котором содержится информация по группам находящимся на производственной и учебной практике с ссылкой на справочник *Группы* и ссылкой на перечисление *Название практики*.

9. Справочник *Предметы по отделениям* – иерархический справочник в котором содержится информация группе ссылка на справочник *Группы*, табличная часть учебный план в которой указывается дисциплина со ссылкой на справочник [3] *Дисциплины*, семестр со ссылкой на перечисление *Семестр*, количество часов и тип аттестации со ссылкой на перечисление *Тип аттестации*.

10. Справочник *Дисциплины* – справочник в котором содержится информация о всех дисциплинах, кодах дисциплин и количестве часов.

Работоспособность данной конфигурации проверена опытным путем. Руководителям ПЦК отделения ИТ и СЭС было предложено протестировать конфигурацию. Были определены временные затраты на внесение, хранение и обработку информации по сравнению с аналогичным внесением, хранением и обработкой информации в MS Word или MS Excel. Рассчитано время, сэкономленное при использовании данной конфигурации.

Созданная конфигурация позволяет сократить время работы при поиске и обработке необходимой информации о преподавателях отделения. Создана инструкция для работы с конфигурацией.

#### Список литературы:

1. Белоусов П.С., Островерх А. В. 1С: Предприятие от 8.0 до 8.1. – М.: 1С- Паблишинг, 2009.

2. Радченко М.Г. 1С: Предприятие 8.1. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы. – М.: 1С-Паблишинг; СПб.: Питер, 2009.

3. Профессиональная разработка в системе 1С:Предприятие 8 / Под ред. М.Г. Радченко. – М.: 1С-Паблишинг; СПб.: Питер, 2009.

## **Анализ существующих решений автоматизации предприятия «ИП Ревяко»**

*Гайнутдинова А.Ф., студентка,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: zalender@gmail.com*

*Научный руководитель:  
канд. геол.-минерал. наук, доцент Мололкина О.Л.*

В настоящее время на любом предприятии возникает проблема организации управления данными, которая обеспечила бы наиболее эффективную работу. Большинство организаций предпочитают компьютеризированные способы - позволяющие эффективно хранить, структурировать и систематизировать большие объемы данных. Поэтому все более актуальным становится автоматизация видов деятельности людей путем создания специализированных информационных систем.

Бизнес-процесс представляет собой совокупность разных действий, которые осуществляются в определенном порядке и направлены на достижение конечной цели компании (все процессы, происходящие от момента получения заказа, до момента его выполнения), включает в себя деятельность всех участников процесса и взаимодействие между ними (сотрудники компании, руководство, клиенты).

Таким образом, деятельность любой организации можно представить в виде различных взаимосвязанных бизнес-процессов. Поэтому можно сказать, что управление бизнес-процессами компании является первоочередной задачей руководителя, от которой и зависит успех и реализация всего бизнеса. Каждый руководитель стремится организовать работу своей компании так, чтобы все бизнес-процессы выполнялись строго по намеченному плану, без сбоев, с затратой минимума времени на механическую рутинную работу. В настоящее время самым эффективным способом организации бизнеса является комплексная автоматизация бизнес-процессов на базе создания собственной или внедрения готовой информационной системы, адаптированной под конкретную компанию заказчика. Механизмы автоматизации бизнес-процессов позволяют сократить издержки любого производства и сделать бизнес более эффективным. Подобная система должна быть легкоуправляемой, не требующей переобучения персонала. Помимо различных технических критериев, важным аспектом является экономическая целесообразность нововведения [1].

На предприятии «ИП Ревяко» нет программных решений, которые бы позволяли вести отчетность и обеспечивали хранение и обработку данных предприятия. Предприятие представляет собой малый бизнес по продаже цветов со сравнительно небольшим объемом закупки товара и прибылью. В функционировании предприятия участвуют 3 штатных сотрудника, рабочее место продавца оснащено ПК. Скорость обработки информации очень низкая, так как используются практически не формализованные данные, осложнено формирование отчетов. Поэтому для устранения недостатков требуется автоматизированное рабочее место продавца и информационная система для ведения учета.

Цели, которым должна отвечать разрабатываемая информационная система:

- повышение эффективности функционирования предприятия;
- улучшение оперативности и качества обработки информации;
- уменьшение времени, которое затрачивается на создание документации.

На рынке программных средств существуют готовые программные решения, позволяющие решить задачу автоматизации предприятия, но при всех их достоинствах можно выделить существенные недостатки [2]:

- достаточно высокая стоимость полного программного комплекса;
- излишняя универсальность таких программ ведет к различного рода ошибкам при работе у не подготовленного пользователя;
- настройка программного комплекса под существующее предприятие и его сопровождение является платной услугой;
- переход на подобную систему займет некоторый промежуток времени, в течение которого деятельность предприятия может быть затруднена, что приводит к убыткам;
- чем сложнее устроена система, тем больше вероятность существования в ней или в ее настройках ошибок, которые могут проявиться в любой момент.

Перечисленные недостатки, возможно, избежать применением на малом предприятии локальной автоматизированной информационной системы, которая может быть протестирована и отлажена в самые кратчайшие сроки и которая бы отвечала всем запросам организации.

Разработка информационной системы предполагается в среде Delphi. Delphi – это высокопроизводительный инструмент визуального построения приложений, который включает в себя настоящий компилятор кода и предоставляет средства визуального программирования, несколько похожие на те, что можно обнаружить в Microsoft Visual Basic или в других инструментах визуального проектирования [4]. В основе Delphi лежит язык Object Pascal, который является расширением объектно-ориентированного языка Pascal. В Delphi также входят локальный SQL-сервер, генераторы отчетов, библиотеки визуальных компонентов, и прочие элементы, необходимые для того, чтобы чувствовать себя совершенно уверенным при профессиональной разработке информационных систем или программ для Windows-среды. При решении поставленной задачи оптимально использовать именно этот язык, так как он позволяет быстро и эффективно создавать приложения и предоставляет наиболее широкие возможности для программирования приложений ОС Windows.

Преимущества Delphi по сравнению с аналогичными программными продуктами:

- быстрота разработки приложения;
- высокая производительность разработанного приложения;
- низкие требования разработанного приложения к ресурсам компьютера;
- возможность разработки новых компонент и инструментов собственными средствами;
- удачная проработка иерархии объектов.

Автоматизированная информационная система будет реализовывать следующие функции:

- организация системы заказов;
- расчет стоимости заказа;
- составление отчетности;
- ведение учета материалов;
- систематизация данных о клиентах и поставщиках;
- организация рабочего места продавца.

Таким образом, проектируемая АИС будет обладать рядом преимуществ – финансовой низкзатратностью, доступностью для любого неподготовленного пользова-

теля, не требующей дополнительных вложений и специального обучения персонала, доступным интерфейсом, установкой, настройкой и конфигурированием, что делает ее эффективной в рамках малого предприятия с невысокой доходностью.

Список литературы:

1. Балдин К.В., Уткин В.Б. Информационные системы в экономике: Учебник. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2009. – 395 с.;
2. Трофимов В.В. Информационные системы и технологии в экономике и управлении: учебник для бакалавров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 521с.;
3. <http://window.edu.ru/resource/260/68260>;
4. Первые шаги: уроки программирования Азбука Delphi: программирование с нуля. Бескоровайный И.В. Издательство: Сибирское университетское издательство, 2008 г., 112 с. /knigafund.ru;
5. <http://www.firststeps.ru>.

**Приёмная комнатная антенна для цифрового эфирного телевидения на основе текстолитовой пластины**

*Дегалевич Д.А., учащийся 10А класса,  
Информационно технологический лицей №24,  
г. Нерюнгри  
E-mail: dimadegalevich@ya.ru*

*Научные руководители:  
учитель робототехники Деминов С.И.,  
учитель технологии Скрябин Д.К.,  
учитель физики Юдицкая И.М.*

Цифровое эфирное телевидение (ЦЭТВ) – это технология передачи телевизионного изображения и звука при помощи цифрового кодирования видеосигнала и сигнала звука с использованием цифровых каналов. Цифровое кодирование в отличие от аналогового обеспечивает доставку сигнала с минимальными потерями, так как картинка и звук цифрового сигнала не подвержены влиянию внешних факторов (помех). [1] DVB-T2 – второе поколение стандарта поколения стандарта DVB-T европейского стандарта эфирного наземного цифрового телевидения, который призван увеличить на 30-50% ёмкость сетей эфирного наземного цифрового телевидения по сравнению с DVB-T при той же инфраструктуре сети и частотных ресурсах. [2] Запуск первого мультиплекса в городе Нерюнгри состоялся 21 ноября 2013 г. и включал в себя 10 каналов на частоте 562МГц.

К сожалению, не все дома города Нерюнгри способны качественно принимать цифровой сигнал. Уровень сигнала заводских комнатных антенн довольно слаб и даже качество аналогового телевидения в этом случае может быть лучше. Установка же внешних антенн сопряжена с большими материальными, физическими и психологическими затратами. Комнатные антенны могут принимать широкий диапазон частот, качество их приёма из-за этого сильно страдает. Ограничение диапазона частот позволит многократно усилить сигнал. Если собрать антенну из текстолитовой пластины, припаяв с обеих сторон зачищенной середины пластины припаять с одной стороны централь-

ную жилу, а с другой оплетку телевизионного кабеля определенной длины, то можно получить комнатную антенну способную принимать цифровое телевидение DVB-T2 лучше своих дорогостоящих аналогов по качеству и мощности принимаемого сигнала. (Рис. 1).

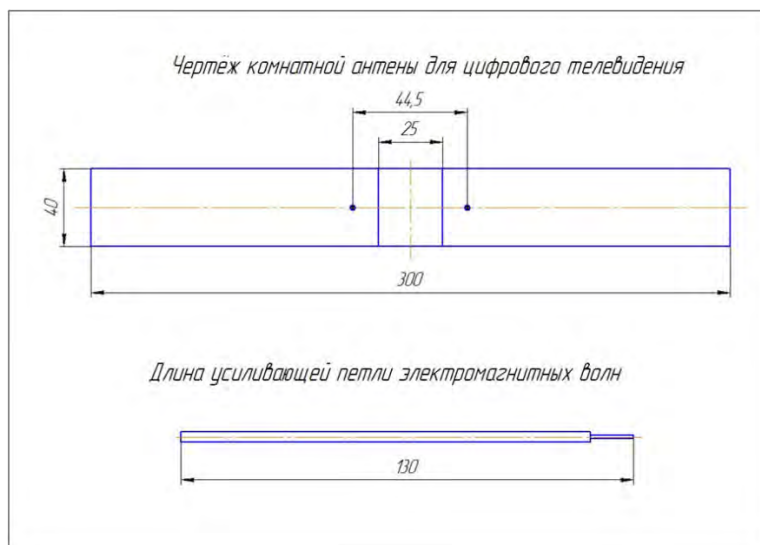


Рис. 1. Антенна

Электромагнитные волны распространяются со скоростью света приблизительно 300 000 км/с, зная частоту  $\nu$  вещания в г. Нерюнгри, можно рассчитать длину волны  $\lambda$  по формуле:  $\lambda=c/\nu$ .  $\lambda= (300\ 000\ 000\text{м/с}) / 562\ 000\ 000\text{Гц}=0,53\text{м}$ . Чтобы не создавать петлю большой длины, её можно уменьшить используя коэффициент уменьшения  $k$ , который может составлять 1/2, 1/4 или 1/8 её части. Это позволяет выбрать наиболее удобную длину петли кабеля  $L$  для конструкции антенны.  $L=\lambda/k=0,53\text{м}/4=0,13\ \text{м}=13\text{см}$  (Рис. 2).



Рис. 2. Готовая антенна

При сравнении качества приема цифрового сигнала комнатной антенны на основе текстолитовой пластины со стандартными комнатными и внешними антеннами, видно, что во многих случаях она показала лучшие результаты, чем другие комнатные, и даже внешние антенны. В редких случаях, когда уровень сигнала внешней антенны совпадает с изготовленной, целесообразно заменить данную антенну на более компактную и дешевую. (Таблица 1).

Таблица 1

Сравнение качества приема цифрового сигнала изготовленной антенны с заводскими комнатными и внешними антеннами

Адрес	Заводская антенна	Изготовленная антенна
п. Серебряный Бор	Внешняя антенна L010.18 ловит	Ловит сигнал, целесообразна замена заводской антенны на комнатную
Чульман	Внешняя антенна L110.16D не ловит	Ловит сигнал
ул. Карла Маркса, д.1/1	Комнатная антенна "Space" - не ловит сигнал	Ловит сигнал
ул. Карла Маркса, д.1	Комнатная антенна "Space" - ловит сигнал	Ловит сигнал в два раза лучше, чем заводская антенна
ул. Карла Маркса, д. 6	Комнатная антенна "Space" - не ловит сигнал	Сигнал на том же уровне, что и заводская
ул. Карла Маркса, д. 8	Внешняя антенна L010.18 ловит	Ловит сигнал, целесообразна замена заводской антенны на комнатную
ул. Карла Маркса, д. 13	Комнатная антенна ВВК DA17 не ловит сигнал	Ловит сигнал
ул. Карла Маркса, д.1/2	Комнатная антенна "Space" - не ловит сигнал	Ловит сигнал
ул. Геологов, д. 79	Комнатная антенна "Space" - ловит сигнал	Ловит сигнал в два раза лучше, чем заводская антенна.
ул. Геологов, д. 81	Комнатная антенна "Space" - не ловит сигнал	Ловит сигнал
ул. Строителей, д. 3	Внешняя антенна L010.18 ловит	Ловит сигнал, целесообразна замена заводской антенны на комнатную
ул. Строителей, д. 3/1	Внешняя антенна L010.18 ловит	Ловит сигнал, целесообразна замена заводской антенны на комнатную
ул. Чурапчинская, д. 40	РЭМО Заря (комнатная не ловит)	Ловит сигнал
ул. Тимптонская, д. 7	L010.18 ловит	Ловит сигнал, целесообразна замена заводской антенны на комнатную
ул. Тимптонская, д. 7/1	L010.18 ловит	Ловит сигнал, целесообразна замена заводской антенны на комнатную
ул. Ленина, д. 19	Нама Н-44273комн не ловит	Ловит сигнал
ул. Ленина, д. 15	Romsat UHF-262 ловит	Ловит сигнал, целесообразна замена заводской антенны

Заключение: исследования и тесты, проводимые с комнатной антенной для приема цифрового сигнала на основе текстолитовой пластины показали, что она принимает сигнал намного лучше своих заводских аналогов, а погодные условия никак не влияют на уровень её сигнала. Около 70 экземпляров антенны, используется жителями разных районов и поселков г. Нерюнгри. Данная антенна применяется при проверке цифровых приемников, продаваемых в магазине Systema, при продаже, а также в сервисном центре при ремонте данных устройств. Эту антенну можно применять исключительно в Нерюнгринском районе. Для использования в других регионах страны, необходимо произвести расчёты с учётом частоты вещания в данной местности.

#### Список литературы:

1. Журнал "Телеспутник" - 11(257) Ноябрь 2008г. "DVB-T2: Новый стандарт вещания для телевидения высокой чёткости"
2. "Электроника: Наука, Технология, Бизнес", Июнь 2009г. И. Шахнович. "Связь и телекоммуникации. DVB-T2 - Новый стандарт цифрового телевизионного вещания"

### **Создание настенных часов «Лиссажу»**

*Ковалева С.Д., студент,  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск  
E-mail: sofja.covaleva@yandex.ru*

*Научный руководитель:  
ассистент Василькова М.А.*

Помимо своей основной функции – показывать время – наручные часы являются отражением характера и статуса их владельца, а настенные часы должны обязательно служить украшением комнаты [1]. Их дизайн поражает своим разнообразием и оригинальностью, а идеи и концепции удивляют самых искушенных.






**Целью данной работы** является создание настенных часов с современным дизайнерским решением и конструкцией.

В связи с быстрым развитием науки и техники разработка данных часов является актуальным вопросом. В современном мире становятся всё больше востребованы высокотехнологичные, но при этом минималистичные дизайнерские решения, которые бы удивляли и приятно шокировали покупателя.

Для четкого понимания поставленной цели был проведен обзор аналогов современных настенных часов с интересным и креативным дизайном (табл.1).



Таблица 1

 <p>Рис. 1</p>	<p>Эти настенные часы имеют очень простую форму и конструкцию, но за счет оригинальной идеи они притягивают взгляд. Механическое устройство позволяет настраивать часы вручную, а в отверстия, созданные под часовую и минутную стрелку можно вставить любой предмет, который захочется покупателю. Это дает возможность почувствовать себя дизайнером и открыть особый мир идей.</p>
 <p>Рис. 2</p>	<p>Эти часы-гаджет помогут решить любую ежедневную проблему. Легкий и доступный интерфейс позволяет запрограммировать вручную свое расписание, которое будет проецироваться на стену вместе со временем. Настенный часы сделаны в стиле минимализм и хай-тек.</p>
 <p>Рис. 3</p>	<p>Настенный часы сделаны в виде школьной доски, где мелом можно написать вычисления и разнообразные формулы, что помогает не забыть арифметику. Они являются хорошим подарком ученым, учителям-математикам, да и просто ценителям «умных» сувениров.</p>
 <p>Рис. 4</p>	<p>Цифры у этих часов расположены перпендикулярно циферблату, и время можно увидеть по отбрасываемой ими тени [2]. Здесь дизайн решен не за счет необычной формы, цвета или материала, а за счет креативной идеи.</p>
 <p>Рис. 5</p>	<p>На концах стрелок часов «Маленькое время» расположены увеличительные стекла, с помощью которых можно увидеть микроскопические цифры на циферблате. Они не отличаются интересной формой или расцветкой, но для их реализации достаточно было создать интересную концепцию.</p>

Вдохновением для создания современных настенных часов стала работа французского математика Жюль Антуана Лиссажу, а именно его изучение так называемых фигур Лиссажу.

**Фигуры Лиссажу** — замкнутые траектории, прочерчиваемые точкой, совершающей одновременно два гармонических колебания в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Вид фигур зависит от соотношения между периодами (частотами), фазами и амплитудами обоих колебаний [3]. Если частоты взаимно перпендикулярных колебаний не одинаковы, то траектория результирующего движения имеет вид довольно сложных кривых.

Уравнение колебания имеет вид:

$$\begin{aligned}x &= a \cos \omega t, \\y &= b \cos(2\omega t + \frac{\pi}{2}).\end{aligned}$$

При существенно различных периодах фигуры Лиссажу не наблюдаются. Однако, если периоды относятся как целые числа, то через промежуток времени, равный наименьшему кратному обоим периодам, движущаяся точка снова возвращается в то же положение — получаются фигуры Лиссажу более сложной формы. Фигуры Лиссажу вписываются в прямоугольник, центр которого совпадает с началом координат, а стороны параллельны осям координат и расположены по обе стороны от них на расстояниях, равных амплитудам колебаний [4].

На основе таких необычных фигур была разработана концепция и идея разработки «умных» настенных часов, которые бы не только показывали время, но и воспроизводили изменчивые кривые, подчиняющиеся определенному закону. Стрелки часов являются не только инструментом измерения времени, но и предметом регулирования соотношения частот  $\frac{fy}{fx}$  (большая стрелка часов) и разности фаз  $\varphi$  (маленькая стрелка минут). В центре корпуса воспроизводятся фигуры Лиссажу, которые меняются в зависимости от расположения стрелок на циферблате.

Технология изготовления настенных часов заключается в выборе микроконтроллера и совместимого с ним LCD дисплея. Затем микроконтроллер программируется по необходимому алгоритму. Питание может осуществляться либо от сети 220 В, либо от батареек. Работа часов подчиняются формулам, которое уже связаны с ходом времени.

Пусть есть дата в 12-часовом формате: ЧЧ:ММ. Пусть  $h$  = количество часов и  $m$  — количество минут в такой записи. Пусть  $d = \frac{\omega}{\omega_0}$  — отношение скоростей. Пусть  $\delta$  — разность фаз колебаний по  $x$  и по  $y$  в градусах.

Тогда:

$$d = \frac{h*60+m}{60}, \delta = 3m \text{ при } h \in [0; 6]$$

$$d = \frac{(12-h)*60-m}{60}, \delta = 3m \text{ при } h \in [6; 12]$$

Поясним формулы. Чтобы сделать плавный переход фигур из одной в другую, используется формула для отношения, зависящая и от  $h$  и от  $m$ . Чтобы переход через 12 часов был тоже плавный, без скачка, фигуры симметричны относительно 6 часов (т.е. фигура Лиссажу усложняется при движении от 0 до 6 и упрощается от 6 до 12). При слишком больших значениях  $d$  фигуры Лиссажу получаются избыточно сложными и запутанными, поэтому значение  $h * 60 + m$  делится на коэффициент 60. Таким образом, изменение фигур Лиссажу происходит по принципу, показанному на рисунке 8, где верхняя строка показывает целые часы, а нижняя кривые.



Рис. 6. Фигуры Лиссажу

Часы выполнены в стиле минимализм и хай-тек, чтобы заострить внимание человека на оригинальной идее и подчеркнуть футуристичный концепт.



Рис. 7. Эскизы настенных часов

Первая модель настенных часов была изготовлена простой округлой формы, выполненная из черного полупрозрачного оргстекла. Стрелки из глянцевого черного пластика имеют аналогичную конфигурацию с корпусом часов. Цифры расположены вдоль корпуса по окружности. Они, знаки отношения частот и разности фаз выполнены по принципу электронных часов, т.е. состоят из самосветящихся прямоугольников. В центре циферблата на электронном дисплее меняются самосветящиеся фигуры.

С помощью таких программ, как 3DsMax и KeyShot была создана 3Д модель настенных часов.

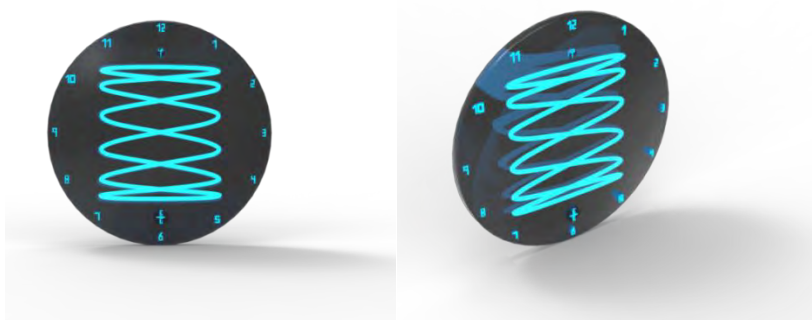


Рис. 8. 3Д модель настенных часов: вид спереди и изометрия

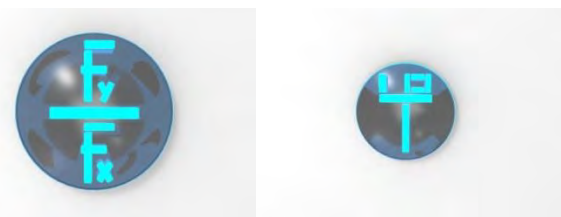


Рис. 9. Большая стрелка часов (отношение частот) и маленькая стрелка минут (разность фаз)

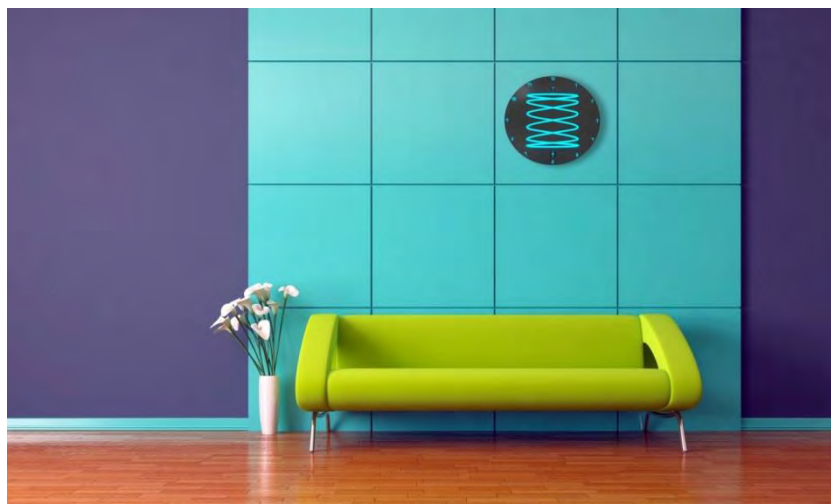


Рис. 10. Настенные часы «Лиссажу» в интерьере

Список литературы:

1. <http://www.adme.ru/tvorchestvo-dizajn/neobyknovennyj-dizajn-nastennyh-chasov-306205/>
2. <https://www.pinterest.com/search/pins/?q=wall%20clock>
3. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B3%D1%83%D1%80%D1%8B\\_%D0%9B%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B0%D0%B6%D1%83](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B3%D1%83%D1%80%D1%8B_%D0%9B%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B0%D0%B6%D1%83)
4. Савельев И.В. Курс общей физик, том I. Механика, колебания и волны, молекулярная физика. Издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, М., 1970 г.

**Эргономика программных средств автоматизации банковских процессов  
(на примере ОАО «Нерюнгрибанк»)**

*Левин И.П., студент,  
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО «СВФУ»,  
г. Нерюнгри  
E-mail: daikoky@yandex.ru*

*Научный руководитель:  
канд. геол.-минерал. наук, доцент Мололкина О.Л.*

Сейчас в России насчитывается множество различных банков. Конкуренция начинает возрастать, и банкам приходится искать новые пути к завоеванию больших объемов рынка. Рынок требует от банков высокой адаптивности к возможным изменениям внешней среды, а адаптивному ведению бизнеса способствуют информационные технологии, поэтому одним из главных показателей успешности банка в настоящий момент является степень его надежности, автоматизации и эффективные программные обеспечения для поддержания автоматизации.

Идеи об организации автоматизации банковских процессов начали появляться недавно, и это связано с возросшей тенденцией выпускать различные внешние автоматизированные сервисы, предоставляющие определенную информацию о клиентах. Развитие таких сервисов способствует банкам автоматизировать работу внутри своих департаментов, получая значительную информацию о клиентах извне.

Банковская сфера является одной из быстро меняющихся и рискованных, что имеет прямое влияние на управление проектами в банках. Достаточно вспомнить кризисы после, которых множество банковских проектов было попросту заморожено. Банковская сфера также связана с экономической деятельностью государства, соответственно, любые изменения в экономике страны способны изменить какие-либо данные, использующиеся в банках. Таким образом, те IT-проекты, которые предназначаются для автоматизации именно специфических банковских функций, с большей вероятностью будут подвержены изменениям из-за изменений окружающей среды в течение периода их реализации. Банкам также характерны многочисленные конфликты между департаментами, и это зависит от различий в видениях бизнеса. Каждый департамент формирует требования, отсортированные по приоритету, руководствуясь собственными мотивами: для отдела продаж главным является повышение количества выданных кредитов (что способствует дальнейшему получению прибыли), для операционного отдела преимуществом является удобность и лаконичность в пользовании программой, риски же стремятся минимизировать вероятность невыплат по кредитам, отбирая, тем самым, только «нерискованных» клиентов. [1.стр. 155]

Экономика Российской Федерации проявляет некоторые характерные особенности, присущие развивающимся рынкам, в том числе, отмечается сравнительно высокая инфляция и высокие процентные ставки.

В России продолжаются экономические реформы и развитие правовой, налоговой и административной инфраструктуры, которая отвечала бы требованиям рыночной экономики. Стабильность российской экономики будет во многом зависеть от хода этих реформ, а также от эффективности предпринимаемых Правительством мер в сфере денежно-кредитной политики, и финансовой экономики.

Экономика России подвержена влиянию рыночных колебаний и темпов экономического развития мировой экономики.

ОАО "Нерюнгрибанк" - региональный универсальный банк, работа которого традиционно ориентирована на удовлетворение потребностей клиентов в качественных банковских услугах. Круг клиентов Банка достаточно широк и включает корпоративную клиентуру из числа крупных и средних предприятий, индивидуальных предпринимателей, а также физических лиц. Конкуренция на рынке банковских услуг в Нерюнгринском районе довольно высокая. Помимо ОАО "Нерюнгрибанк" на территории района оказывают банковские услуги подразделения 14 крупных банков г. Москвы, Якутска (19 офисов, более 40 пунктов в торговых точках), а также 6 небанковских организаций по оказанию кредитных и брокерских услуг, 7 ломбардов. [2. стр. 3]

Основные операции Банка, оказывающие наибольшее влияние на финансовый результат его деятельности, сосредоточены в следующих областях рынка и финансовых услуг:

- привлечение денежных средств юридических и физических лиц
- расчетно-кассовое обслуживание юридических и физических лиц
- дистанционное обслуживание
- кредитование юридических и физических лиц
- операции с ценными бумагами
- валютные операции
- операции в системе пластиковых карт «Золотая Корона»
- розничные операции с физическими лицами

Методика учета доходов и расходов. Отражение доходов и расходов осуществляется по методу "начисления", следовательно, финансовые результаты операций (до-

ходы и расходы) отражаются в бухгалтерском учете по факту их совершения, а не по факту получения или уплаты денежных средств (их эквивалентов). Прибыль определяется нарастающим итогом в течение отчетного года.

Доходы и расходы отражаются в бухгалтерском учете в том периоде, к которому они относятся. Доходы и расходы от совершаемых Банком операций определяются вне зависимости от оформления юридической документации, денежной или неденежной формы их исполнения. Доходы и расходы Банка в зависимости от их характера, условия получения и видов операций подразделяются на: [2.стр. 6]

- доходы и расходы от банковских операций и других сделок;
- операционные доходы и расходы;
- прочие доходы и расходы.

В наше время без информационных технологий ни кому не обойтись. А чтобы деятельность была производительной, нужны соответствующие программные комплексы, автоматизированные информационные системы. Для этого организации создают внутри себя свои отделы по внедрению и разработке программного обеспечения разработанного под их нужды и спецификации.

Основные задачи отдела по внедрению и сопровождению программного обеспечения в ОАО «Нерюнгрибанк»:

- Организация внедрения программных средств, информационных систем и баз данных.
- Сбор и обобщение сведений по использованию средств вычислительной техники и периферийных устройств.
- Анализ эффективности использования вычислительных систем и программного обеспечения.
- Подготовка методических рекомендации и инструктивной документации по внедрению в деятельность программного обеспечения, обзоров и других материалов по направлению деятельности отдела.
- Организация проведения семинаров, конференций и круглых столов по направлению деятельности.
- Оказание практической и методической помощи по вопросам внедрения и использования программного обеспечения.

Отдел выполняет следующие функции:

- Организация внедрения прикладного программного обеспечения в деятельность банка.
- Участие в тестировании, опытной эксплуатации, приемо-сдаточных испытаниях и внедрении программно-технических комплексов, разрабатываемых для банка.
- Ведение фонда алгоритмов, программных средств и автоматизированных баз данных, используемых в банке.
- Контроль эффективности использования средств вычислительной техники, анализ и на его основе подготовка предложений по дальнейшему эксплуатации.

Ускоренное и масштабное развитие банковской сферы приобрели эргономические исследования и разработки в области аппаратных и программных средств, а также проектирование деятельности пользователя с компьютером и формирование рабочей среды. Руководство банков уделяют пристальное внимание учету требований эргономики при создании информационных систем и программного обеспечения. Это позволяет повысить эффективность работы специалистов, снизить стоимость отладки программного обеспечения, увеличить функциональные возможности информационных систем.

Для этого финансовым организациям нужно создавать мощное и надежное программное обеспечение и последующие его внедрение в соответствующих отделах.

Список литературы:

1. Банковское право: Учебное пособие [текст], Автор: Пашенцев Д.А. Издательство: Юркомпани, 2010 г. 383 с.;

2. Пояснительная информация к бухгалтерской отчетности ОАО «Нерюнгри-банк» [текст]. г. Нерюнгри 41 с.

**Плазменная переработка отходов, образующихся в замкнутом ядерном топливном цикле**

*Новоселов И.Ю., аспирант,  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск  
E-mail: zgr\_best@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. физ.-мат. наук, доцент Каренгин А.Г.*

Для развития ядерной энергетики, а именно для создания замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ), большую роль играет реализация конечной ступени – переработка отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), его негорючих (ОП ОЯТ) и горючих отходов переработки (ГОП ОЯТ). Проблема обращения с ОЯТ не нова, она является одним из «проклятых» вопросов ядерной деятельности вообще и ядерной энергетики в частности. В поисках решения этой проблемы было выполнено колоссальное количество работ, создано множество различных технологий, которые в целом невозможно не только рассмотреть, но и кратко обозначить в одной работе [1].

Основой современной технологии переработки ОЯТ на радиохимических заводах (в том числе российских) является PUREX-процесс (Plutonium-Uranium Recovery by EXtraction), которому предшествуют рубка (фрагментация) отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС), а также растворение ОЯТ в азотной кислоте (рис. 1).

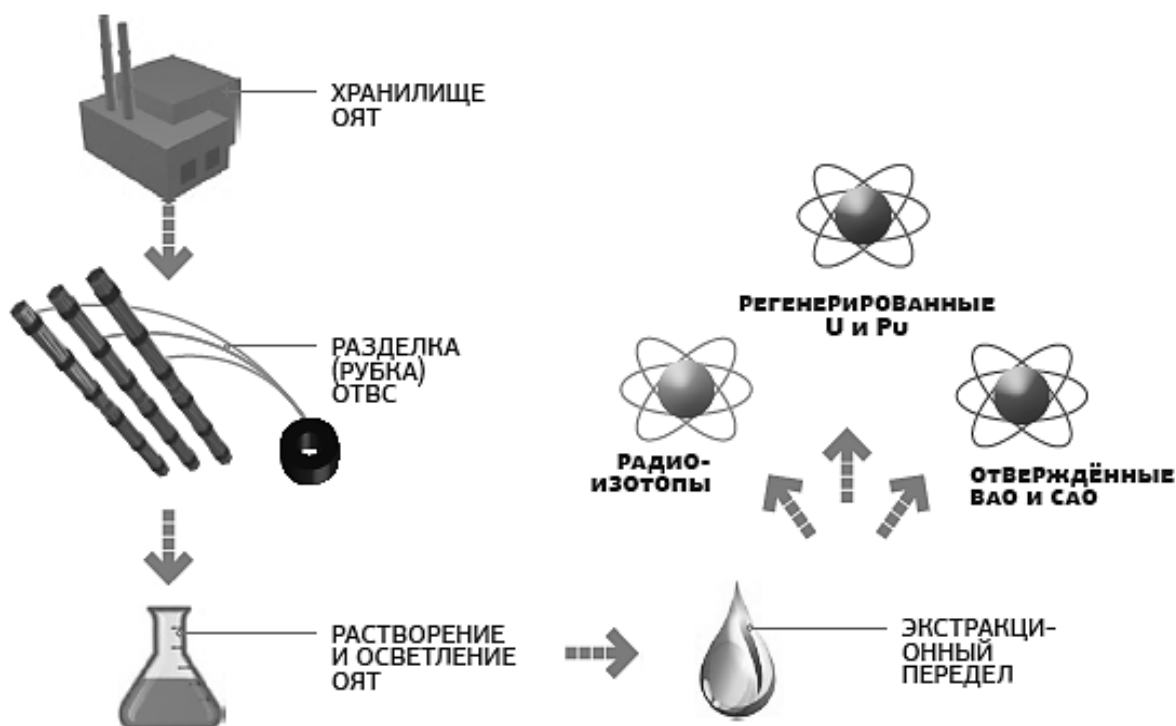


Рис. 1. Этапы переработки ОТВС

Процесс позволяет извлекать уран и плутоний с высокой степенью их очистки от продуктов деления [2]. В качестве экстрагента используют трибутилфосфат (ТБФ), разбавленный такими органическими жидкостями как керосин, четыреххлористый углерод, гексахлорбутадиен (ГХБД) и другие очищенные углеводороды. Для природного и низкообогащенного урана концентрация ТБФ составляет 30-40 % [3,4].

Оставшиеся после первого экстракционного цикла без урана и плутония отходы переработки ОЯТ (ОП ОЯТ) в виде слабоконцентрированных водносолевых растворов металлов имеют следующий модельный состав [5]:  $\text{HNO}_3$  – 18,0 %,  $\text{H}_2\text{O}$  – 81,43 %, Fe – 0,07 %, Mo – 0,1 %, Nd – 0,11 %, Y – 0,06 %, Zr – 0,058 %, Na – 0,04 %, Ce – 0,039 %, Cs – 0,036 %, Co – 0,031 %, Sr – 0,026 %.

Следует отметить, что наряду с достоинствами, PUREX-процесс обладает также и рядом недостатков. Высокое содержание продуктов деления, нуклидов плутония и т.д. в растворе существенно снижает эффективность экстрагента с течением времени вследствие радиационного воздействия. Экстрагент становится ГОП ОЯТ. В процессе экстракции образуется также отход в виде воды, загрязненной радиоактивными изотопами, которую сливают в карьеры при радиотехнических заводах и бессточные озера, отгороженные дамбами. К тому же данная технология многостадийна, требует значительных энерго- и трудозатрат, химических реагентов и времени.

### Расчет оптимального состава водно-органических композиций

Существенное снижение энергозатрат на процесс утилизации отходов ЗЯТЦ может быть достигнуто при их плазменной переработке в виде оптимальных по составу горючих водно-органических композиций (ВОК).

Как показали опыты по сжиганию жидких горючих отходов различных органических веществ, достаточное и полное их сгорание в камерах с небольшими потерями тепла в окружающую среду наблюдается у отходов, имеющих адиабатическую температуру горения не менее 1200°C [6]:



$$t_{ad} = \frac{Q_n^p + C_{omx} \cdot t_{omx} + \alpha \cdot \nu_{ок}^0 \cdot C_{ок} \cdot t_{ок}}{\nu \cdot C + \frac{W \cdot C_{H_2O}}{100} + \frac{A \cdot C_A}{100}}$$

где  $Q_n^p$  – низшая теплота сгорания жидкого отхода, кДж/кг;  $C_{omx}$  – средняя массовая теплоемкость жидкого отхода, кДж/(кг·град);  $t_{omx}$  – температура жидкого отхода, °С;  $\alpha$  – коэффициент расхода окислителя;  $\nu_{ок}^0$  – теоретический расход окислителя, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  $C_{ок}$  – средняя теплоемкость окислителя, кДж/(м<sup>3</sup>·град);  $t_{ок}$  – температура окислителя, °С;  $\nu$  – выход продуктов сгорания горючих компонентов жидкого отхода, м<sup>3</sup>/кг;  $C$  – средняя объемная теплоемкость продуктов сгорания горючих компонентов жидкого отхода, кДж/(м<sup>3</sup>·град);  $W$  и  $A$  – содержание воды и механических примесей, %;  $C_W$  и  $C_A$  – средняя массовая теплоемкость водяных паров и механических примесей, кДж/(кг·град).

На первом этапе был проведен расчет показателей горения различных по составу ВОК на основе ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ, включающих ТБФ и ГХБД.

На рисунке 2 показано влияние содержания ОП ОЯТ и ТБФ (в ГОП ОЯТ) на адиабатическую температуру горения различных по составу ВОК на их основе.

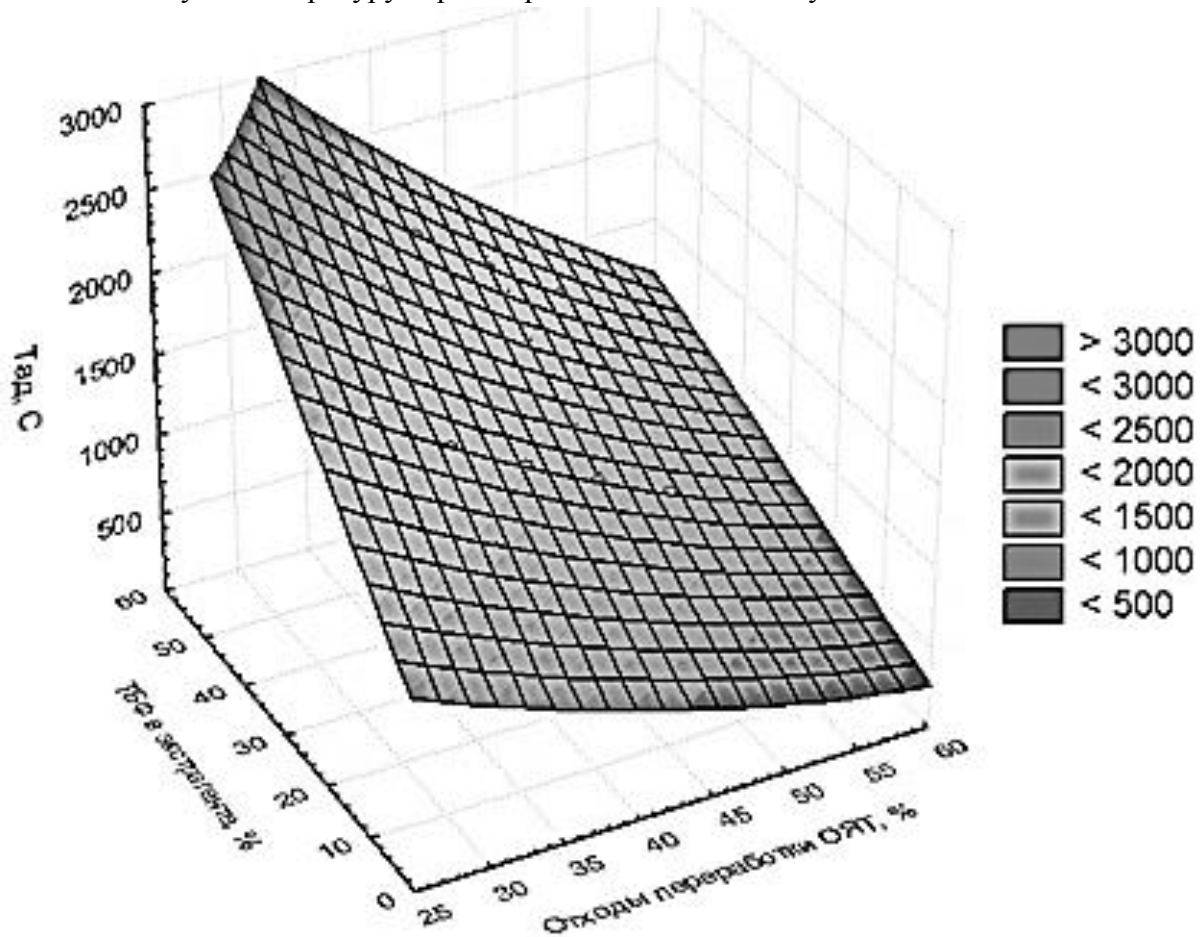


Рис. 2. Влияние содержания ТБФ в экстрагенте и ОП ОЯТ на адиабатическую температуру горения различных по составу ВОК

Из анализа результатов следует, что для получения горючей ВОК с адиабатической температурой горения  $\approx 1200$  °С и максимальным содержанием ОП ОЯТ, необходим следующий оптимальный состав ВОК: 33,5 % ОП ОЯТ : 19,95 % ТБФ : 46,55 % ГХБД.

## Расчет оптимальных режимов плазменной утилизации ВОК

На рисунке 3 представлены характерные равновесные составы основных газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов плазменной утилизации ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ в виде оптимальной по составу ВОК при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 70 %.

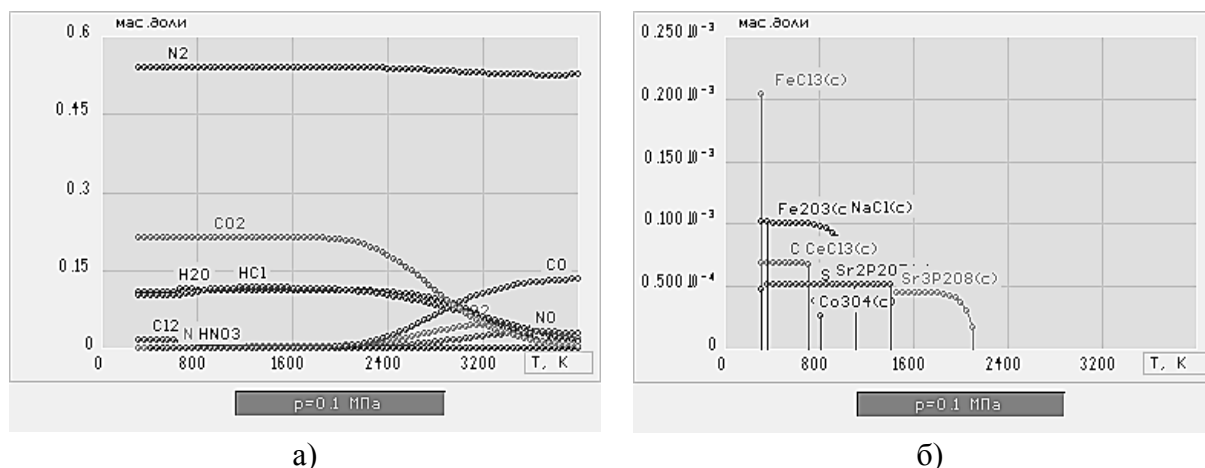


Рис. 3. Равновесный состав газообразных (а) и конденсированных (б) продуктов плазменной утилизации горючих отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме (70 % Воздух : 30 % ВОК)

Из анализа равновесных составов (рис. 3) следует, что при массовой доле воздушного плазменного теплоносителя 70 % основными газообразными продуктами плазменной утилизации ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ также являются  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$ , при этом уменьшается доля соляной кислоты.

Основными конденсированными продуктами являются простые оксиды, хлор- и фосфорсодержащие соединения металлов. Отсутствие сажи и токсичных газов, выходящих в атмосферу, максимально достижимое количество магнитного оксида железа в твердой фазе указывают на то, что процесс плазменной утилизации ОП ОЯТ и ГОП ОЯТ в виде оптимальной по составу горючей ВОК в воздушной плазме при массовой доле воздушного теплоносителя 70 % идет в экологически безопасном и оптимальном режиме.

### Вывод

Таким образом, плазменная утилизация в виде оптимальных по составу ВОК позволит исключить стадии выпаривания и химической обработки, позволит снизить удельные энергозатраты на процесс, а также применить магнитную сепарацию для эффективного извлечения дисперсных твердых продуктов плазменной утилизации отходов с их последующей иммобилизацией.

С учётом полученных результатов могут быть рекомендованы для практической реализации процесса переработки в воздушной плазме следующие оптимальные режимы:

- интервал рабочих температур ( $1200 \pm 100$ ) °С;
- состав ВОК (33,5 % ОП ОЯТ : 19,95 % ТБФ : 46,55 % ГХБД);
- массовое отношение фаз (70 % воздух : 30 % ВОК).

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании промышленных установок для плазменной утилизации отходов переработки ОЯТ и других жидких радиоактивных отходов.

Список литературы:

1. Андрюшин И.А., Юдин Ю.А. Обзор проблем обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом. Саров: ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2010 г. – 119 с.
2. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.
3. Кулагин В.А., Кулагина Т.А., Матюшенко А.И. Переработка отработавшего ядерного топлива и обращение с радиоактивными отходами // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies. 2013. – №6. С. 123-149.
4. Каренгин А.Г., Каренгин А.А., Новоселов И.Ю., Тундешев Н.В. Комплексная утилизация отходов переработки ОЯТ в воздушной плазме ВЧФ-разряда // Известия вузов. Физика. – 2014 – Т. 57 - №. 11/2. – С. 236-240.
5. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М., Никитина С.А., Макарова Т.П., Петров Е.Р., Богородицкий А.Б., Григорьева М.Г. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиевого института им. В. Г. Хлопина, 2007. – Т. XII. – С. 124-147.
6. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. – М.: Химия, 1990. – 304 с.

**Расчет функции ослабления поля вертикального диполя, расположенного на плоской поверхности земли**

*Павлов А.А., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: aisen-pavlov@mail.ru*

*Научный руководитель:  
к.ф.-м.н., зав. каф. Мельчинов В.П.*

Задача вычисления поля диполя расположенного на плоской поверхности земли является одним из «классических» вопросов теории распространения радиоволн вдоль земли. Несмотря на ограниченное применение в практике (радиопередача на небольшие расстояния) проблема имеет принципиальное значение.

Формула расчета напряженности поля диполя над плоской поверхностью в зависимости  $R$  имеет следующий вид [1]:

$$E(R) = A \frac{e^{ikR}}{R} W(R) \quad (1)$$

где  $A$  – амплитуда излучаемого сигнала,  $k$  – волновое число,  $W(R)$  – функция ослабления, учитывающая потери поля от параметров подстилающей среды (земли). В случае идеально проводящей земли  $W(R)=1$ .

Задача расчета напряженности поля диполя сводится к определению функции ослабления для заданной частоты излучения. В строгом случае определение функции ослабления согласно теории распространения радиоволн сводится к решению инте-

грального уравнения. Для вертикального электрического диполя интегральное уравнение в полярной системе координат записывается в виде [2]:

$$W(R) = 1 - \frac{ikR}{2\pi\sqrt{\tilde{\varepsilon}}} \int_0^{\tilde{R}} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{-ik(r+R'-R)}}{r} W(R') dR' d\varphi \quad (2)$$

здесь  $\tilde{\varepsilon} = \varepsilon_k + 1$ ,  $\varepsilon_k = \varepsilon + 60\lambda\sigma$  - комплексная диэлектрическая проницаемость однородной модели земли ( $\varepsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость,  $\sigma$  - проводимость,  $\lambda$  - длина волны).

Остальные обозначения понятны из рис.1, если на землю смотреть сверху.

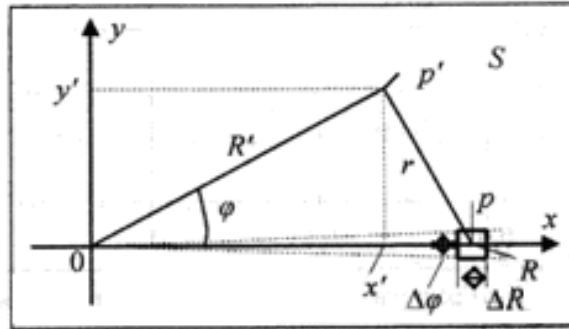


Рис. 1. Геометрия граничной плоскости S

Нами выполнено интегрирование уравнения (2) с помощью разбиения зоны интегрирования на кольцевые области с шириной  $B_N$  (рис. 2). Поскольку кольцевые области имеют ширину порядка длины волны, функцию ослабления в пределах каждой области будем считать не меняющейся.

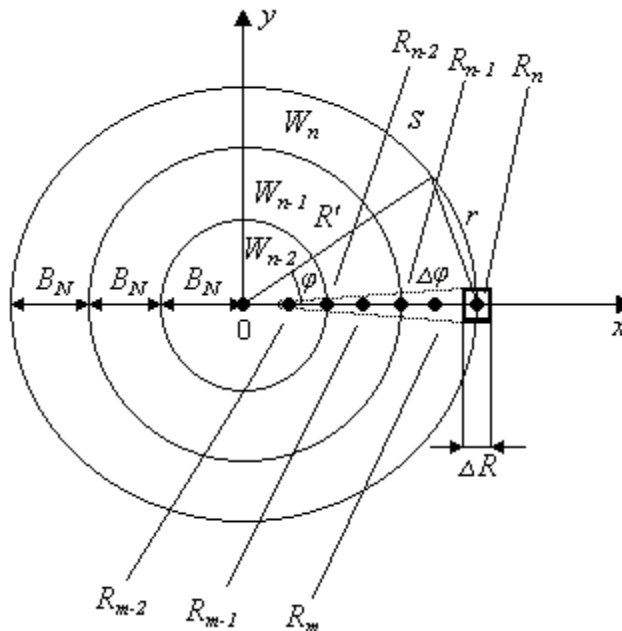


Рис. 2. Иллюстрация к численному решению интегрального уравнения

Точки вычисления функции ослабления (коллокации)  $R_n, R_{n-1}, R_{n-2}$  будем считать расположенными в середине кольцевых областей.

Тогда интегральное уравнение (2) заменяется системой линейных алгебраических уравнений (СЛАУ):

$$\sum_{n=1}^N C_{m,n} W_n = 1, \quad (3)$$

где  $n=m=1 \dots N$ .

СЛАУ была получена путем метода сплайн-коллокаций [3].

Коэффициенты  $C_{m,n}$  равны:

$$C_{m,n} = \delta_{m,n} + \frac{ik\tilde{R}_m}{2\pi\sqrt{\varepsilon}} \int_{R_{n-1}}^{R_n} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{-ik(r+R'-\tilde{R}_m)}}{r} dR' d\varphi \quad (4)$$

где  $\delta_{m,n}=1$  при  $m=n$ , иначе  $\delta_{m,n}=0$ .

Формула (4) может быть переписана еще следующим образом:

$$C_{m,n} = \delta_{m,n} + \frac{i}{2\pi\sqrt{\varepsilon}} I_{m,n} \quad (5)$$

Значение интеграла  $I_{m,n}$  можно вычислить по следующей формуле:

$$I_{m,n} = k\tilde{R}_m \int_{kR_{n-1}}^{kR_n} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{-ik(r+R'-\tilde{R}_m)}}{kr} d(kR') d\varphi \quad (6)$$

Вычисление  $I_{m,n}$  осуществлялось при устранении особенности подынтегральной функции в  $I_{m,n}$  при  $m=n$  и  $R'=R''_m$ ,  $r \rightarrow 0$ . При этом кольцевая область интегрирования в (6) разбивалась на две части. Первая часть – малая окрестность особой точки с размерами  $\Delta R = R''_m \Delta \varphi = B_n/M$  (рис. 1, 2),  $M$  – любое «большое» число (100, 1000, 10000, ...) подбирается в процессе вычислений. Вторая часть это кольцевая область интегрирования в (6), из которой исключена первая область, содержащая особую точку. Значение интеграла по первой области равно  $I_{m,n} = \kappa(\Delta R)^2/R''_m$ . При увеличении  $M$  вклад особенности в значения коэффициентов  $I_{m,n}$  быстро уменьшается.

$$I_{m,n} = k \frac{(\Delta R)^2}{R_m} + kR_m \int_{kR_{n-1}}^{kR_n} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{e^{-ik(r+R'-R_m)}}{kr} d(kR') d\varphi \quad (7)$$

Расчеты функции ослабления проводились с помощью программы MathCAD для плоской земной поверхности с различными электрическими свойствами для частоты 5 МГц до расстояний 30 км:

- морской воды  $\varepsilon=80$ ,  $\sigma=1$  См/м;
- пресной воды  $\varepsilon=80$ ,  $\sigma=0.003$  См/м;
- влажной земли  $\varepsilon=30$ ,  $\sigma=0.01$  См/м;
- сухой земли  $\varepsilon=3$ ,  $\sigma=0.0003$  См/м.

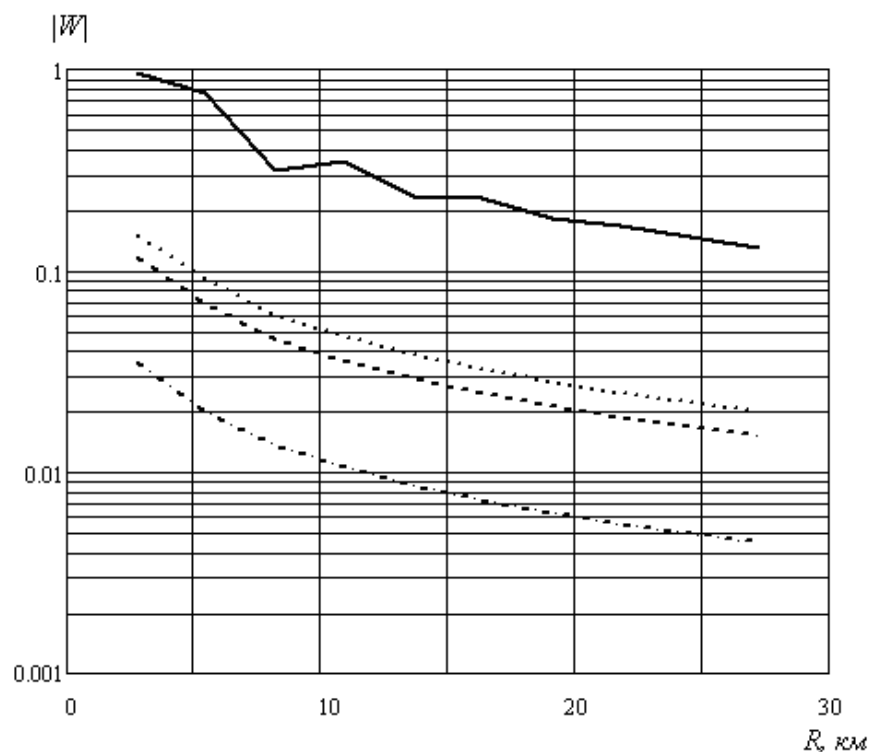


Рис. 3. Зависимость модуля функции ослабления на частоте 5 МГц

— - морская вода, ... - пресная вода, - - - - влажная земля, - . - . - сухая земля

Результаты расчетов по решению интегрального уравнения методом сплайн – коллакаций дают правильную качественную картину изменения модуля функции ослабления с уменьшением проводимости подстилающей среды: над плохо проводящей средой модуль функции ослабления имеет малые значения. Это связано с тем, что радиоволны проникают в глубину земли и поле на поверхности земли уменьшается.

Сравнение полученных результатов с приближенными методами расчета, которые используются в инженерных расчетах показало расхождение до 30%. По видимому, при решении интегрального уравнения необходимо учитывать большее число разбиений на кольцевые зоны. В нашем случае трасса длиной 30 км разбита на 11 кольцевых зон.

#### Список литературы:

1. Фейнберг Е.Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. М., изд-во Физматлит, 1999, 496 с.
2. Федоров С.А. Новые результаты по расчету ослабления электромагнитной волны вертикальной поляризации над плоской полупроводящей землей / С.А. Федоров // Электромагнитные волны и электронные системы. - 2014. - N 11. - С. 53-60.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М., изд-во Наука, 1977, 831 с.

## Интеграция компонентов программного комплекса ТЭБ и информационно-модельного комплекса угольной промышленности

*Павлов Н.В., научный сотрудник,  
Старостина А.Е., ведущий инженер,  
Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН,  
г. Якутск  
E-mail: pavlov\_nv@iptpn.yasn.ru*

При прогнозировании развития топливно-энергетического комплекса региона необходима тщательная проработка и исследование различных сценариев развития энергетики региона с детальной оценкой различных последствий, что, в свою очередь, требует совершенствования имеющихся моделей и методов в направлении построения программных комплексов, информационных систем и баз данных по показателям развития и функционирования энергетики региона для частичной автоматизации проведения сценарных расчетов и анализа полученных результатов.

Информационно-модельный комплекс (ИМК) для исследования угольной промышленности региона Севера представляет собой совокупность имитационных моделей и связанные с ними информационные системы (базы данных, средства доступа и обработки данных) [1]. Его основу составляют базы данных по технико-экономическим показателям существующих объектов энергетики, сценарным показателям, ретроспективным характеристикам развития, динамике объемов и структуры спроса и предложения топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), энергетическим балансам [2].

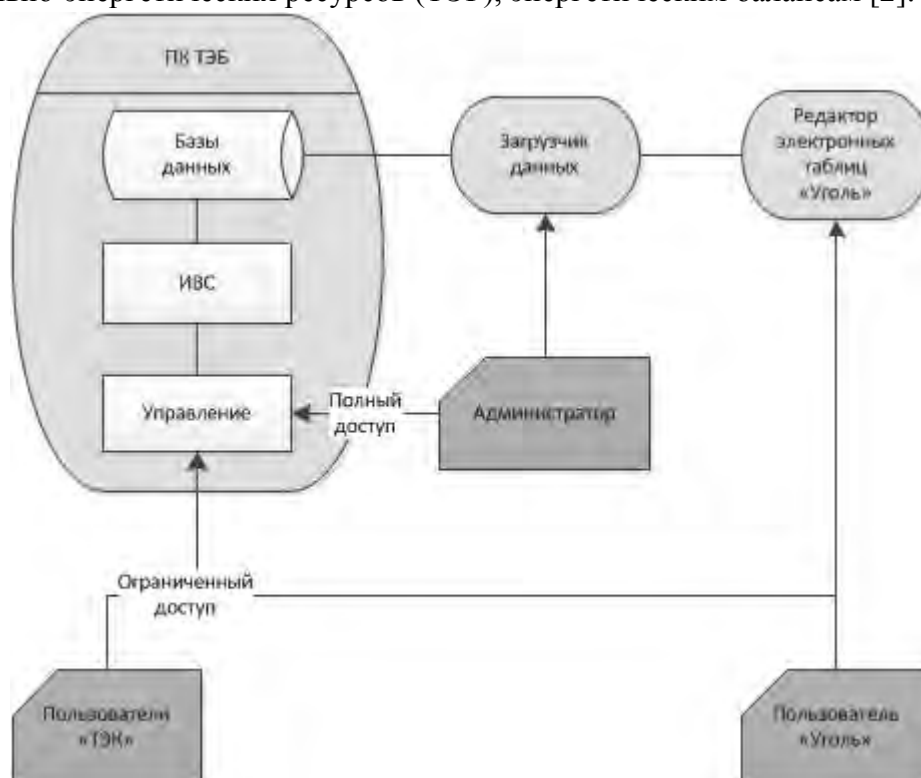


Рис. 1. Увеличенная структура ИМК

Входная информация содержит информацию о текущем и перспективном состоянии отраслей ТЭК: задаются технико-экономические показатели и ограничения на добычу (производство) первичных ТЭР, ввоз и вывоз ТЭР; технико-экономические пока-

затели действующих и перспективных энергетических объектов (перерабатывающие предприятия, электростанции, котельные, и др.); описываются типы и направления действующих и сооружаемых основных транспортных потоков первичных энергоресурсов (уголь, газ, нефть) и конечных энергоносителей (электроэнергия, централизованное тепло, моторное топливо, прочие нефтепродукты, уголь), задаются ограничения на их развитие; задаются возможные размеры потребления основных энергоносителей: электро- и теплоэнергии, моторного топлива, котельно-печного топлива.

Предпочтительным подходом к организации результатов исследования по ТЭК является использование системы управления базами данных постреляционного типа, которая позволяет эффективно организовать размещение информации различных уровней агрегирования.

Организация информации в таком виде позволяет учитывать следующие факторы:

- разнообразие источников информации (данные Госкомстата, энергетических компаний, исполнительных органов власти и др.) требует представление информации в стандартном виде.
- многоступенчатость информации, которая определяется составом объектов моделирования (электростанции, энергокомпании и т.д.), а также уровнем агрегирования производственной структуры.

Программные средства обработки результатов решения позволяют получить следующие выходные данные:

1. Балансы производства и потребления первичных ТЭР;
2. Баланс электроэнергии и централизованного тепла;
3. Баланс котельно-печного топлива;
4. Сводный топливно-энергетический баланс;
5. Оценка эффективности использования ТЭР [3].



Рис. 2. Информационное обеспечение ИМК

Авторами предложен подход по разработки комплекса в виде связи отдельных приложений, а не единого программного комплекса (рис. 3.), что обеспечивает гибкость использования данных инструментальных средств и дает возможность для привлечения экспертов на стадии анализа и утверждения выходной информации.



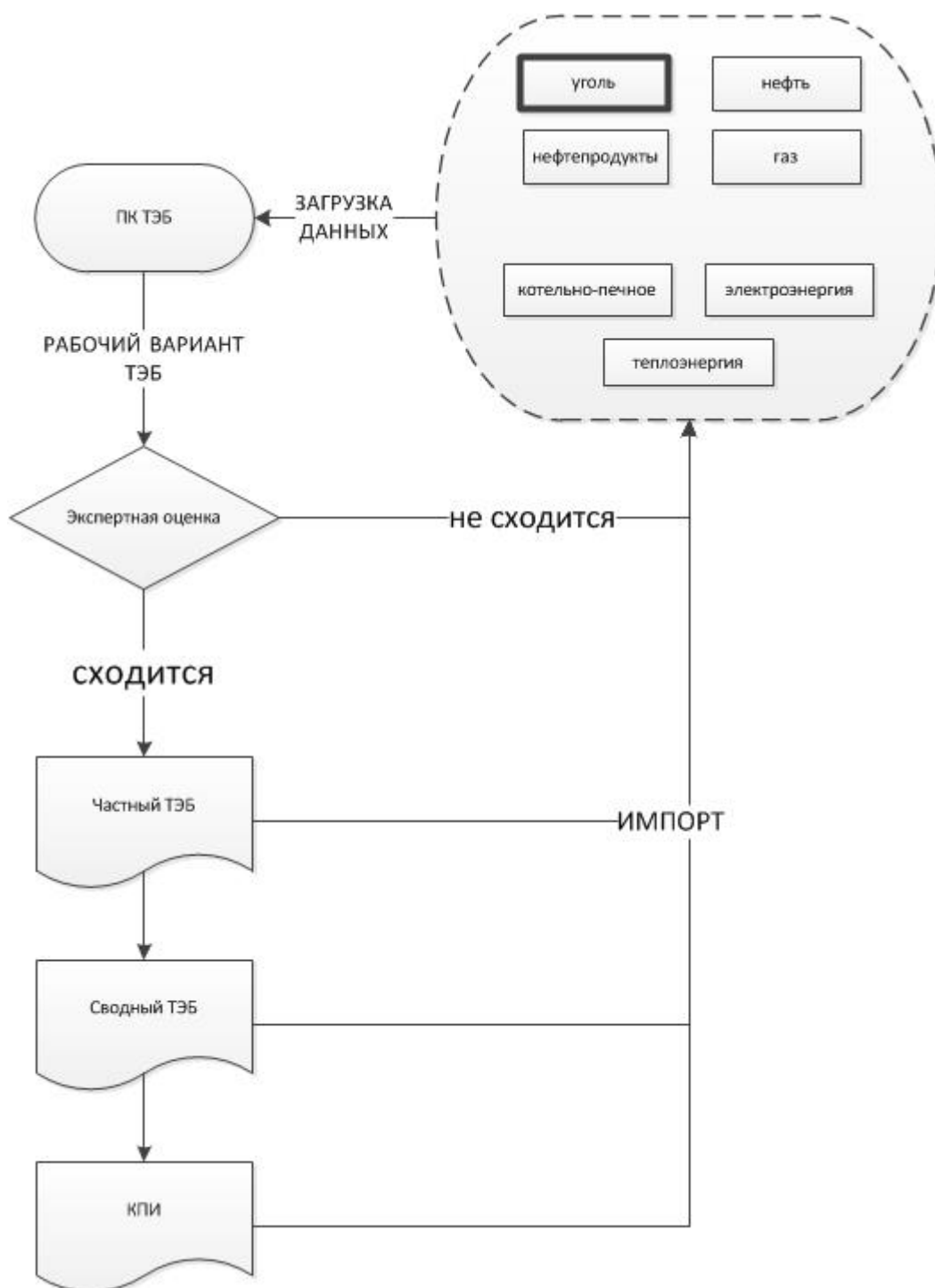


Рис. 3. Алгоритм работы системы

Методические и программные средства, реализующие модель сводного ТЭБ, объединены в составе комплекса средств для оценки сценариев развития ТЭК региона в среде обработки электронных таблиц Microsoft Excel и программного компонента реализованного в среде Turbo Delphi.

Список литературы:

1. Макаров А.А, Митрова Т.А, Кулагин В.А. SCANNER: отслеживая энергетические горизонты. ТЭК. Стратегии развития. 2011. № 1.
2. Павлов Н.В. Информационно-модельный комплекс для исследования перспектив развития отраслей топливно-энергетического комплекса региона на примере

угольной промышленности // Труды VI Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата, г. Якутск, 2013 г. - электронное издание.

3. Павлов Н.В. Программные средства построения топливно-энергетического баланса региона на примере Республики Саха (Якутия) // Материалы XI всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри. Секции 1-2. с.180-183.

### **База данных «Социальный паспорт отделения» средствами MS Access**

*Пряхин А.И., студент,  
Южно-Якутский технологический колледж,  
г. Нерюнгри  
E-mail: priakha@mail.ru*

*Научный руководитель:  
преподаватель Курманова Л.Р.*

В настоящее время, кураторы групп сталкиваются с проблемой заполнения и, при необходимости, изменения данных социального паспорта группы. Все полные сведения о студентах приходится заполнять в отдельных табличных формах, которые хранятся у социального педагога колледжа.

Поэтому актуальным является создание Базы данных социального паспорта отделения для пользователя – куратора, тьютера, социального педагога и зав. отделения.

**Объект исследования:** технология проектирования баз данных в Microsoft Access 2007

**Предмет исследования:** База данных социального паспорта отделения

**Цель работы:** создание базы данных «Социальный паспорт отделения» средствами Microsoft Access 2007.

Создание базы данных связано с необходимостью определения данных для создания социального паспорта отделения. Для изучения данного направления использовались материалы социального паспорта отделения с бумажного носителя. После сравнения и анализа полученных сведений, были определены следующие разделы: анкетные данные студентов, досуговая занятость, социальный статус семьи, студенческий актив группы, сведения о ФЛГ. Полученные сведения структурированы как объекты и их характеристики.

Для работы с данными используются системы управления базами данных (СУБД). Основные функции СУБД – это определение данных (описание структуры баз данных), обработка данных и управление данными [1].

Логическая модель на этапе системного анализа реализована в СУБД Access. В соответствии с технологией проектирования баз данных созданы формы, отчеты и запросы. Интерфейс приложения разработан с учетом того, что пользователь может быть не специалистом в области ИТ-технологий, а иметь только пользовательские навыки. Было произведено тестирование интерфейса базы данных на доступность понимания основных функций приложения и простоту восприятия с точки зрения рядовых пользователей – куратора, тьютера, социального педагога и зав. отделения. Замечания и предложения тестировщиков были учтены при отладке форм (рис. 1).



Рис. 1. Главная форма базы данных

Основные характеристики интерфейса базы:

- Удобная панель управления для обработки записей.
- Использование адаптируемых выпадающих списков (группа, социальный статус семьи) для упрощения ввода данных и уменьшения количества ошибок пользователей.
- Наличие полей поиска в каждой форме.
- Фильтрация данных при помощи запросов с параметром (по социальному статусу семьи, студ. актив группы).

На данном этапе было проведено тестирование функций базы данных. По результатам тестирования была проведена отладка базы данных и определены достоинства программы:

- Интуитивно-понятный пользовательский интерфейс.
- Сетевая версия основана на технологии файл-сервер, имеет многопользовательский режим.
- Обеспечение безопасности на уровне файлового сервера.
- Создание резервных копий базы.
- Автоматическое формирование отчетов
- Экспорт данных в MS Excel, Word.

Данная база данных работает по технологии файл-сервер. Достоинства этой технологии: простота разработки, независимость компьютера от сети, высокая защита от несанкционированного доступа [2].

Данные системы могут работать как в локальной сети, так и на отдельно стоящем компьютере.

### Список литературы:

1. Гагарина Л.Г., Киселев Д.В., Федотова Е.Л. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: учебное пособие – М.: ИД «ФОРУМ», 2011.
2. Емельянова Н.З., Партыка Т.Л., Попов И.И., Основы построения автоматизированных информационных систем: учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФА-М, 2011.
3. Кошелев В.Е. Практическое руководство Access – М.: «Бином», 2009.

### Цветная светодиодная лампа

*Редченко П.В., ученица,  
МОУ ИТЛ №24, г. Нерюнгри  
E-mail: polina.redchenko@yandex.ru*

*Научные руководители:  
учитель физики Юдицкая И.М.,  
учитель робототехники Миколайчук В.А.*

Инновационная светодиодная лампа – наиболее актуальный на сегодняшний день продукт новейших технологий, воплощенных в высококачественных, надежных электротехнических изделиях, которые прослужат долго. Использование светодиодных ламп позволит значительно сократить расходы на освещение, при этом, не ухудшая его видимое качество и безопасность для здоровья человека и окружающей среды, а напротив – улучшая. На сегодняшний день для уличного освещения фактически везде применяются светодиодные светильники. Модули светодиодов используют для подсветки реклам. Очень модной тенденцией считается применение светодиодных ламп в дизайне ландшафтов, интерьеров и подсветке зданий. В новогодние праздники возникает большая потребность в световой иллюминации. Собранное устройство можно назвать по-разному: лампой настроения, RGB-светильником, новогодней лампой, светодиодным маяком. Как его использовать - подскажет фантазия. [1]

Для сборки лампы, были поставлены следующие задачи: изучить соответствующую техническую литературу, изготовить цветную светодиодную лампу, меняющую цвета, запрограммировать контроллер на изменение цветов светодиодов, изготовить плафон лампы с помощью 3D принтера, сравнить освещенность лампы и дневного цвета, выявить цветовые предпочтения учащихся 10б класса с помощью теста Люшера.

Для светодиодной лампы использована макетная плата, контакты, плата Arduino Uno, светодиоды 4 шт., резисторы 220 Ом, кнопка, 3D принтер MakerBot Replicator 2 и нить MakerBot PLA.

Трехцветный светодиод или RGB- светодиод- это совмещенные в одном корпусе светодиоды красного, зеленого и синего цветов. Светодиод имеет 4 ноги. 3 ноги-аноды, соответствующие отдельным цветам и одна: общий катод. Подавая сигнал на один из анодов, можно добиться свечения одним из цветов. Если светодиод подключить к источнику питания (к аноду «+», к катоду «-») и постепенно повышать напряжение, то ток светодиода будет расти, при обратной полярности ток отсутствует. Последовательно со светодиодом необходимо подключать резистор, для ограничения тока, проходящего через светодиод, иначе он сгорит практически мгновенно. **Сопrotивление светодиодного резистора вычислялось с использованием закона Ома для участка цепи.** [2] С помощью программы Proteus была смоделирована схема подключения светодиодов к плате. После подключения платы Arduino Uno к компьютеру с помощью USB,

запрограммирован контроллер на изменение цветов светодиодов. Плафон в виде совы-символа лица распечатан на 3D принтере с использованием программы GoogleScetchup. Светильник представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Светильник

При помощи датчика «Освещенность» модульной системы экспериментов PROLog измерена освещенность светильника, которая составила 13,5% от дневного света (Рис. 2).



Рис. 2. Графики освещенности светодиодной лампы и дневного света

Во втором эксперименте так же с помощью модульной системы экспериментов PROLog используя датчик «Освещенность», измерена освещенность света при удалении от лампы на каждые 25 см. Освещенность на расстоянии 1м равна нулю. Значит, лампой можно освещать небольшую часть спальни площадью 4м<sup>2</sup>.

В 1948 году швейцарский психолог Макс Люшер составил оригинальный цветовой тест. Цветовой тест Люшера – это один из наиболее популярных психологических тестов, используемых для диагностики внутреннего состояния человека. Несмотря на чрезвычайную легкость и быстроту прохождения, он является «глубинным» инструментом, созданным для психиатров, психологов и врачей. Тест Люшера с высокой степенью достоверности продиагностирует психофизиологическое состояние, стрессоустойчивость, активность и коммуникативные способности, поможет определить наличие и причины психологического стресса. [3] В третьем эксперименте выявлены приоритетные цвета у учащихся 10б класса: красный, синий, зеленый. [4] При смешивании эти цвета дают различную цветовую гамму.

Заключение: в результате работы изготовлена светодиодная лампа, меняющая цвета. Оригинальность работы состоит в выполнении плафона лампы на 3D принтере MakerBot Replicator 2 из нити MakerBot PLA. Лампу можно использовать как декоративное устройство, питающееся от USB или от батарейки типа «Крона», влияющее на эмоционально-психическую сферу и самочувствие человека. В зависимости от настроения можно включить любой из четырех режимов работы лампы. [5]

Список литературы:

1. Артем Бачинин. Основы программирования микроконтроллеров. – М.: ООО «Амперка», 2013. – 69-80с.
2. Расчет резистора для светодиода. Режим доступа: [http://www.casemods.ru/services/raschet\\_rezistora.html](http://www.casemods.ru/services/raschet_rezistora.html) (дата обращения 30.10.2014)
3. В.Тимофеев, Ю. Филимоненко. Краткое руководство практическому психологу по использованию цветового теста М. Люшера. – Санкт-Петербург: Иматон, 1995. – 18 с.
4. Психологический тест @test@. Бесплатный цветовой тест Люшера онлайн. Режим доступа: [http://test.msk.ru/psy2\\_test/test\\_lyushera.htm](http://test.msk.ru/psy2_test/test_lyushera.htm) (дата обращения 02.11.2014)
5. Влияние цвета и света на психологическое состояние человека. Режим доступа: [http://nsp-zdorovje.narod.ru/article\\_psiho/v\\_color.html](http://nsp-zdorovje.narod.ru/article_psiho/v_color.html) (дата обращения 30.10.2014).

**Разработка и оптимизация алгоритмического и программного обеспечения специализированной нейропроцессорной вычислительной системы управления гексаподом**

*Романчук В.А., канд. техн. наук,  
Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина,  
г. Рязань  
E-mail: v.romanchuk@rsu.edu.ru*

*Научный руководитель:  
д-р техн. наук, профессор Ручкин В.Н.*

Исходными данными для разработки алгоритмического и программного обеспечения являются: описание цифровых сигналов датчиков; описание алгоритмов формирования управляющих сигналов; математическая модель, реализованная в виде модели модуля SIMULINK программного комплекса MATLAB.

Исходными данными разработанных алгоритмов являются: описание сигналов датчиков, полученных посредством преобразования аналоговых сигналов с гексапода в цифровой вид с помощью аналогово-цифрового преобразователя.

Выходными данными разработанных алгоритмов являются: управляющие сигналы, преобразуемые в аналоговое представление посредством использования цифро-аналогового преобразователя; информационные сигналы вспомогательного и служебного характера.

Для реализации алгоритмов была выбрана аппаратная база: нейропроцессорные устройства на базе процессоров особого класса, 6-го поколения, широко используемые в настоящее время в военной и космической промышленности. Было выбрано семейство процессоров NeuroMatrix 640x, процессоры которого выпускаются научно-техническим центром "Модуль" (г.Москва) [3].

Выбор конкретных нейропроцессорных устройств предопределен заказчиком и преимуществами использования нейропроцессорных технологий: высокий уровень распараллеливания (близкий к 100%); высокая энергоэффективность (меньше в тысячи раз относительно процессоров архитектуры фон-Неймана).

Практические исследования производились с использованием нейропроцессора NM6406 на базе инструментального модуля МС 51.03 и микрокомпьютера МВ 77.07 [1, 5].

Эффективное распараллеливание вычислений достигается за счет аппаратной поддержки операции векторно-матричного умножения на процессоре NeuroMatrix NM6406. Все арифметические вычисления, относящиеся непосредственно к вычислению управляющих воздействий, производятся на векторном сопроцессоре. Так как векторный сопроцессор позволяет оперировать данными переменной разрядности, то для хранения входных данных и результатов вычислений удобно отводить по 32 разряда на целую и вещественную часть, а для хранения комплексных коэффициентов  $W$  – по 8 бит на целую и вещественную часть [5].

Для разработки алгоритмов и программного кода были реализованы подпрограммы следующих функциональных элементов математической модели специализированного вычислительного устройства (СВУ) управления гексаподом.

1. Матричный множитель и матричный множитель с накоплением.

Дифференциальные уравнения, описывающие динамику гексапода, могут быть представлены в виде разностных в векторно-матричной форме, которые удобны для реализации средствами вычислительной техники. Поэтому основная операция, которую должен выполнять СВУ – перемножение матриц, которые могут быть разбиты на пару элементарных операций «умножение - сложение» (умножение с накоплением). Для этой операции используется векторный сопроцессор, который представляет собой общий матричный узел для выполнения операций умножения с накоплением арифметических и логических операций, маскирования, функций активации над векторами и матрицами.

Это основной функциональный элемент с набором регистров общего назначения. Представляет собой матричную структуру  $64 \times 64$ , произвольно разделенную на столбцы и строки.

Операция умножения с накоплением выполняется в рабочей матрице процессора:

$$Z_i = Y_i + \sum (X_j W_{ij}); i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n},$$

где  $X_j$  – элемент данных, поступающих на вход информационного узла векторного процессора;

$Y_j$  – частичная сумма, накопленная на предыдущем этапе взвешенного суммирования, а

$Y_0$  – элемент входного вектора;

$W_{ij}$  – весовой коэффициент, расположенный в соответствующей ячейке рабочей матрицы процессоров;

$m$  – количество столбцов;

$n$  – количество строк рабочей матрицы.

Рабочая матрица имеет 2 входа:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  - 64 разряда;

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}.$$

Данные на вход  $x$  умножаются на ячейки матрицы, далее данные суммируются в пределах столбца. Поэтому в результате получается накапливаемая сумма  $z$ .

Данные со входа  $y$  добавляются к результатам умножения со сложением, выполненным над данными входа  $x$ .

В рабочую матрицу предварительно загружаются весовые коэффициенты  $W_{ij}$  – либо непосредственно в матрицу, либо через теневую маску. Последний способ наиболее целесообразен, т.к. по времени осуществляется за один рабочий такт.

Разбиение матрицы на строки определяется рабочим регистром Sb2. Он определяет разбиение 64-разрядных слов входных данных, поступающих по входу  $y$ . Код разбиения в виде слова записывается в Sb2 предварительно. Разбиение рабочей матрицы на столбцы задаётся рабочим регистром nb2. Этот же регистр определяет разбиение 64-разрядных данных на входе  $y$ , а также предварительно заносится в виде слова в регистр. Этот же регистр определяет разрядность результатов вычисления, которые содержатся в буфере AFIFO.

В макроячейках происходит умножение элемента входных данных  $X_i$  на весовой коэффициент  $W_{ij}$  и сложение со значением верхней ячейки с учётом входного сигнала  $Y_j$ .

Операнды и выходные значения упаковываются в 64-разрядные слова. Все операции в матрице производятся параллельно за 1 такт. Загрузка весовых коэффициентов производится за 32 такта.

В векторном процессоре для ускорения работы существует теневая маска, в которую весовые коэффициенты загружаются в фоновом режиме. Переключение теневой в рабочую матрицу происходит за один такт.

## 2. Сумматор двух и более операндов.

Сумматор двух и более операндов реализован с использованием векторного блока процессора и операции взвешенного суммирования с пустым оператором умножения, то есть с "единичной" теневой и рабочей матрицей (все биты 64x32 заполнены единичными битами). Эффективность использования этой операции зависит от разрядности входных данных, так как за счет использования разбиения матрицы на строки и столбцы увеличивается скорость вычислений в связи с одновременной работой с несколькими операндами. Важной особенностью векторного процессора является реализация работы с операндами различной длины.

## 3. Интегратор значений.

Для реализации операции интегрирования используются вычислительные методы, цель которых заменить операцию интегрирования на комплекс операций вида "сложение-умножение". Из алгоритма управления гексаподом следует, что основной процедурой в СВУ является процедура умножения матрицы на вектор:

$$\Phi \times X = \begin{bmatrix} \Phi_{11} & \Phi_{12} & \dots & \Phi_{1n} \\ \Phi_{21} & \Phi_{22} & \dots & \Phi_{2n} \\ - & - & - & - \\ \Phi_{m1} & \Phi_{m2} & \dots & \Phi_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi_{11}x_1 + \Phi_{12}x_2 + \dots + \Phi_{1n}x_n \\ \Phi_{21}x_1 + \Phi_{22}x_2 + \dots + \Phi_{2n}x_n \\ - & - & - & - \\ \Phi_{m1}x_1 + \Phi_{m2}x_2 + \dots + \Phi_{mn}x_n \end{bmatrix}$$

Одна компонента вектора результата получается суммированием произведения элементов строки матрицы на соответствующие элементы вектора – столбца. Эта по-



следовательность операции повторяется столько раз, сколько строк в матрице. Для вычисления произведения матрицы на вектор необходимо выполнять  $T_{\text{убм}} = m \times n$  операций умножения, где  $m$  – число строк матрицы;  $n$  – число столбцов и  $N_{\text{смв}}$  операций сложения, определяемых по формуле:  $N_{\text{смв}} = m \times (n - 1)$ . операций сложения, или около 3000 пар операций умножение – сложение.

#### 4. Функции активации (насыщения).

Функции активации реализованы с использованием векторного блока процессора и операции взвешенного суммирования. Реализованы подпрограммы двух типов функций активации: пороговая функция и функция насыщения. В блоках активации осуществляются вычисления над упакованными словами данных. Блоки активации позволяют применять функции активации ко всем элементам упакованного слова одновременно.

Результаты моделирования и анализа реализации программного кода СВУ представлены на рисунке [4].

Параметр	Значение	
Количество процессоров	1	
Кэффициент эффективности	1	
Кэффициент загрузки	1	
Параметр	В тактах	В мкс.
Время работы системы	10008	250.2
Время работы на одном процессоре	10007	250.175
Цикл конвейера	10008	250.2
Время проигрыша системы	0	0
Время простоев системы	0	0
Время обработки для системы	10008	250.2
Время выигрыша системы	0	0
Суммарное время проигрыша для ПМ	-60629	-1515.725
Суммарное время простоев для ПМ	38828	970.7
Суммарное время обработки для ПМ	13053	326.325
Общее время проигрыша	-60629	-1515.725
Общее время простоев	38828	970.7
Общее время обработки	23061	576.525
Общая оценка НПС без учета ПМ	0	0
Общая оценка НПС	60629	1515.725

Рис. 1. Результаты моделирования программного кода СВУ

#### Список литературы:

1. Vladimir Ruchkin, Vitaliy Romanchuk, Roman Sulitsa. Clustering, Restorability and Designing Of Embedded Computer System Based On Neuroprocessors // Proceedings of the 2nd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). - Budva, Montenegro, 2013. - С. 58-62.
2. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры. Кн.3. М: ИПРЖР, 2000. 528 с.
3. НТЦ «Модуль»: сайт НТЦ «Модуль», 2011: URL: [http:// www.module.ru](http://www.module.ru).
4. Романчук В.А., Лукашенко В.В. Разработка математической модели реструктуризуемого под классы задач, виртуализируемого кластера GRID-системы на базе нейропроцессоров // Вестник РГУ имени С.А.Есенина. - Рязань : РГУ имени С.А.Есенина, 2014. - №1(42). - С. 177- 182.
5. Ручкин В.Н., Романчук В.А., Фулин В.А. Когнитология и искусственный интеллект. – Рязань: Узорочье, 2012. – 260 с.

## **Разработка и установка программы автоматизации автогрейдера для ДСР**

*Семенов С.О., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск*

*Научный руководитель:  
ст. преподаватель Ушницкий И.Н.*

Со временем появления первых роботизированных систем, конструкция различных датчиков и сенсоров сильно изменились. Конструкционные показатели, зависят от назначения и классификации работы, так как имеют исполнительные механизмы (электродвигатель, сервопривод, пневмопривод, гидропривод).

В настоящее время, большое внимание уделяется рассмотрению робота не как отдельной системы, а в совокупности с другим технологическим оборудованием, составляющим единый технологический комплекс. Этому способствует развитие автоматизированных систем проектирования, где при подготовке технологического процесса широко применяется компьютерное моделирование как AUTOCAD, SOLIDWORKS, КОМПАС. Основным этапом разработки робота, является моделирование конструкции.

Цель работы: разработка автоматизированного и дистанционного оборудования, для эффективного и безопасного процесса работы и защиты здоровья человека (радиация, взрывоопасные работы, подземные работы, карантин). Осуществления удаленного доступа оператора автогрейдера G930 SHP 526003.

В данный момент оборудование решает 2 тех задач:

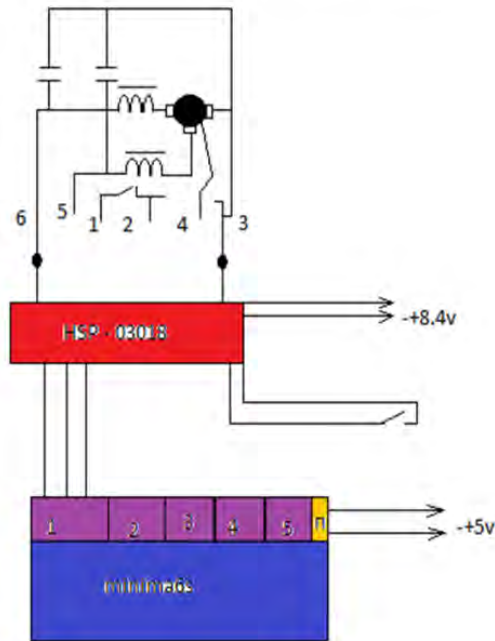
- 1) Обеспечение дополнительного обзора для оператора с помощью камеры (задний вид)
- 2) Установка дополнительных сенсоров и датчиков обеспечивают безопасность работы (несчастный случай)

Актуальность и новизна идеи:

Автономная и дистанционная управления, способность удаленного доступа и трансляции. Оборудование представляет собой, как комбинированную систему, из различных плат и готовых программных обеспечений. Вспомогательным и автоматизированным прибором, который будет совмещен с G930 SHP 526003.

Обеспечение дополнительного обзора для оператора, осуществляется с помощью камеры, что делает автогрейдер более удобным.

Схема ручного управления



Исследование о способе использования систем робота для управления автогрейдера, показала свои положительные и отрицательные качества, в котором существенно присутствуют несоответствие с другими датчиками для автогрейдера. Положительные стороны показали о возможности управления автогрейдера с помощью робота как оборудование. Отрицательные стороны, возможность физического контакта. Исследование проводилось опытным путем, регулирование электродвигателей с помощью SHR-03018. SHR-03018 регулирует электродвигатель с многоканальным управлением, что обеспечивает многофункциональность в одном исполнительном механизме. Учитывалось питание сервопривода от 5v до 12v для полноценной мощности электродвигателей.

Моделирование проводилось САПР, один из САПР SOLIDWORKS, учитывались предел текучести материала на simulation SOLIDWORKS, выбор эргономики конструкции. Мощность двигателей 30 кг и более. Испытание на деформации детали, испытывались на САПР. Имеется материалы: сталь, сплавы AL, пластмассы. В данный момент проект в процессе конструирования в ИПНГ.



Сенсор Ультразвуковой



### Характеристики

Напряжение питания: **5V DC**

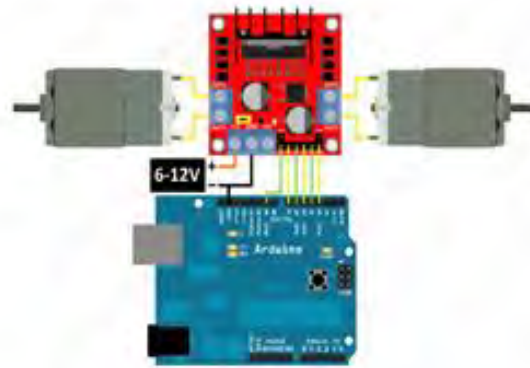
Ток покоя: **<2mA**

Эффективный угол: **<15**

Диапазон измерения расстояния: **2-400 cm**

Разрешение: **0.3 cm**

## Автономное управление



## Исполнительные механизмы



## Ip camera



Разработка удаленного доступа, требует много технологических требований для регулировки процесса работы, так как нужно обратить внимание на большой обзор оператора. Основные требования безопасности для автономного управления, имеются дополнительные сенсоры, в котором обеспечат безопасность, комфортность и точность выполнения работы.

## **Формирование бюджета семьи в электронных таблицах**

*Соболев А.В., студент,  
Южно-Якутский технологический колледж,  
г. Нерюнгри  
E-mail: sobol4130@gmail.com*

*Научный руководитель:  
преподаватель Бражник И.Ю.*

Электронные таблицы – удобное средство для решения разнообразных задач из различных областей знаний, и, прежде всего, финансов и статистики.

При этом электронные таблицы запоминают структуру связей, включая связи между отдельными таблицами внутри файла, между таблицами и соответствующими диаграммами, между данными из разных файлов внутри системы электронных таблиц.

Цель работы: изучение системы связанных электронных таблиц, включая конструирование связей между таблицами, внедрение диаграмм в расчетные листы, овладение навыками редактирования и оформления электронных расчетов.

Задачи:

1. Изучить учебную литературу
2. Собрать исходные данные
3. Разработать связанные электронные таблицы
4. Представить числовые данные с помощью диаграмм

Результатом работы является файл электронных таблиц Microsoft Excel с системой связанных электронных таблиц и диаграмм, содержащий экономические расчеты формирования бюджета семьи.

При создании и оформлении работы используется пакет Microsoft Office, программные продукты Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point.

На первом этапе были подготовлены общие данные для расчета бюджета семьи в целом: сформированы статьи необходимых расходов, оценены действительные и возможные размеры доходов и их периодичность, намечены взаимосвязи между отдельными статьями.

После анализа таблиц необходимых для формирования семейного бюджета была построена экономическая модель бюджета семьи (рис. 1).

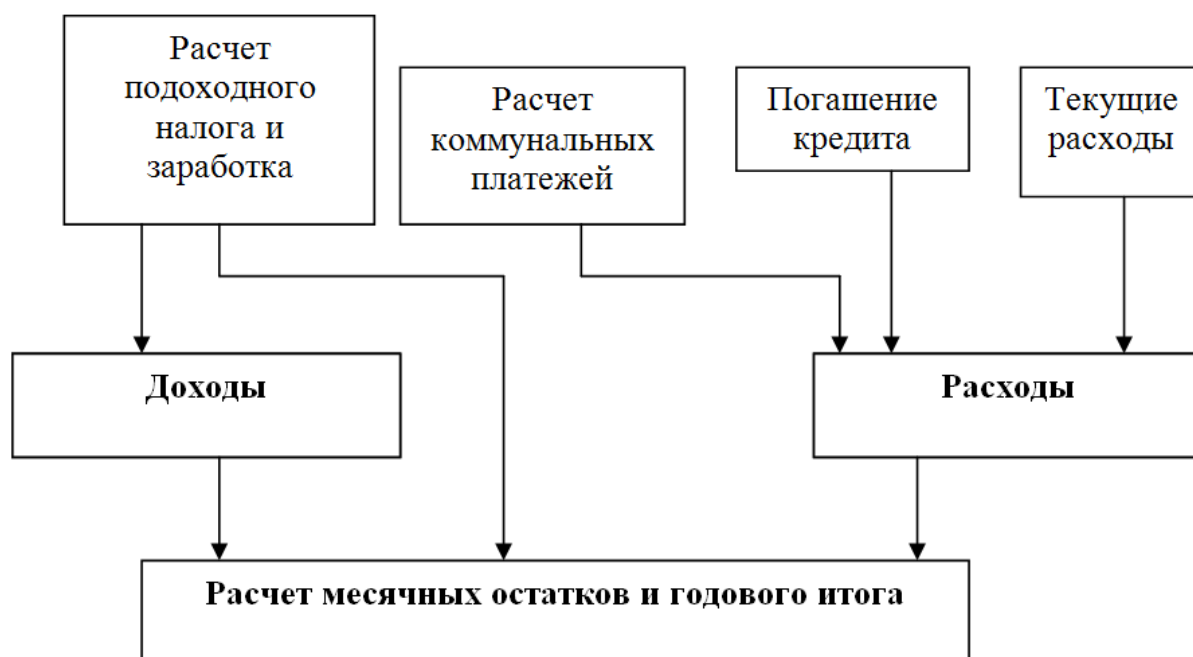


Рис. 1. Схема связей между электронными таблицами

На втором этапе создаются требуемые для расчета электронные таблицы, между ними устанавливаются необходимые связи и вносятся цифры.

Таблица 1

Доходы

Статьи доходов	I полугодие	Месяцы					
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
Зарплата Отца	270881,34	45146,89	43779,11	43095,21	44463,00	45146,89	44463,00
Зарплата Матери	91483,84	15297,40	14785,57	14554,70	15016,44	15247,31	15016,44
<b>Итого</b>	<b>362365,19</b>	<b>60444,29</b>	<b>58564,68</b>	<b>57649,92</b>	<b>59479,44</b>	<b>60394,2</b>	<b>59479,44</b>

Таблица 2

Расходы

	I полугодие	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Продукты	60000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00	10000,00
Непродовольственные товары	24000,00	3500,00	3500,00	10000,00	3500,00	3500,00	8000,00
Энергосбыт	13398,71	2326,17	2496,76	2639,67	2583,37	2693,32	2477,66
Жилищные услуги	14457,58	2409,60	2409,60	2409,60	2409,60	2409,60	2409,60
Отопление	23719,60	3953,27	3953,27	3953,27	3953,27	3953,27	3953,27
Кредит	46692,99	7782,17	7782,17	7782,17	7782,17	7782,17	7782,17
Содержание автомобиля	12000,00	5000,00	4000,00	4000,00	5000,00	2000,00	2000,00
Обучение	16000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00
Непредвиденные расходы	15000,00	2500,00	4000,00	4000,00	2500,00	1500,00	3500,00
<b>Итого:</b>	<b>225268,88</b>	<b>39471,20</b>	<b>40141,79</b>	<b>46784,70</b>	<b>39728,40</b>	<b>35838,35</b>	<b>42122,69</b>

Таблица 3

## Кредит

Годовая ставка	19%
Ставка	1,58%
Кол-во периодов	60
Приведённая стоимость	300000
Будущая стоимость	0
Тип	0
Период выплат	1
Платёж ежемесячный	-7 782,17р.

Таблица 4

## Ежемесячные остатки и годовой итог

	I полугодие	Месяцы					
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
Доходы	362365,19	60444,29	58564,68	57649,92	59479,44	60394,20	59479,44
Расходы	225268,88	39471,20	40141,79	46784,70	39728,40	35838,35	42122,69
<b>Остаток</b>	<b>137096,31</b>	<b>158069,40</b>	<b>176492,28</b>	<b>187357,50</b>	<b>207108,54</b>	<b>231664,39</b>	<b>249021,13</b>

Результаты анализируются. Табличные данные сопровождаются диаграммами и пояснениями.

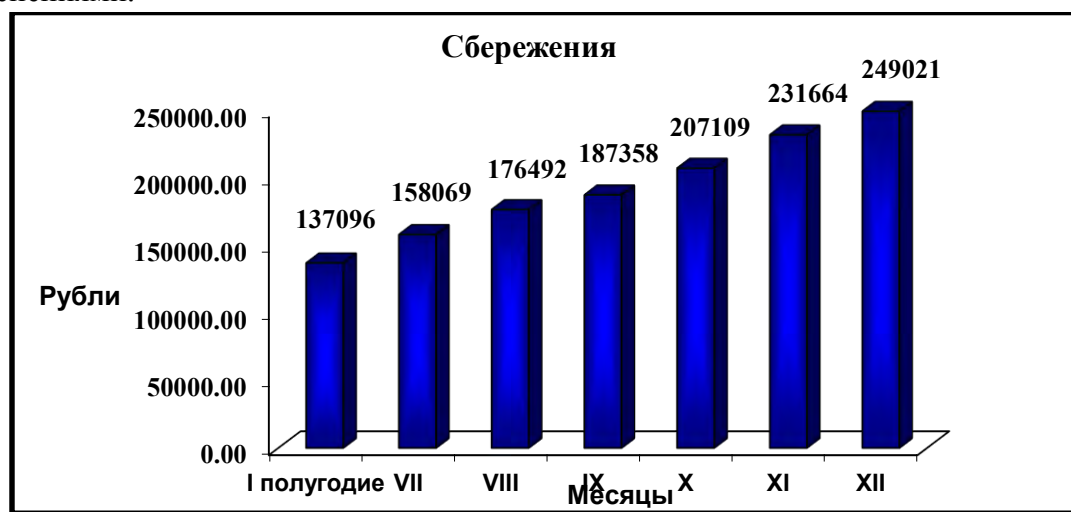


Рис. 2. Диаграмма сбережений

В работе описывались некоторые важные средства, которые могут помочь понять принцип автоматизации экономических расчетов.

В ходе выполнения работы был проведен анализ структуры семейного бюджета и влияние различных статей доходов и расходов на благосостояние семьи. Рассмотрено как использовать Microsoft Excel для учета доходов и расходов, как переносить данные из первичных таблиц в итоговую. Многие экономические расчеты для больших производственных систем строятся по таким же принципам.

Практическая ценность данной работы заключается в том, что любой пользователь, имеющий начальные представления об основных приемах работы в электронных таблицах Microsoft Excel, сможет проанализировать свой семейный бюджет, изменив исходные данные в таблицах.



#### Список литературы:

1. Афоничкин А.И. и др. Разработка бизнес-приложений в экономике на базе MS EXCEL / Под общ. ред. к.т.н. А.И. Афоничкина. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, 2009. – 416 с.
2. Гарнаев А. Использование MS Excel и VBA в экономике и финансах. – Санкт-Петербург, ВНУ, 2011. – 336 с
3. Дубина А., Орлова С., Шубина И., Хромов А. Excel для экономистов и менеджеров. Экономические расчёты и оптимизационное моделирование в среде Excel. – СПб.: Питер, 2010. – 295 с.: ил.
4. Лавренов С.М. Excel. Сборник примеров и задач. – М.: Финансы и статистика, 2012. – 336 с.: ил.

#### **Система слежения за объектами на территории действия сотовой связи**

*Степанов А.Н., студент,  
Северо-Восточный федеральный университет,  
г. Якутск  
E-mail: science.2011@mail.ru*

*Научный руководитель:  
канд. физ.-мат. наук, доцент Мельчинов В.П.*

Работа системы слежения за объектами заключается в приеме спутниковых данных на GPS приемник, выделения интересующей информации (географических координат) и передачи данной информации в сеть Интернет посредством услуг, предоставляемых сотовыми операторами. Данные из сети Интернет поступают на сервер организации, представляющей услуги слежения за объектами. Эти данные могут храниться на сервере определенное время, задаваемое предприятием. Любой пользователь, имеющий доступ в Интернет, может запросить данные с сервера и на Веб-странице специально созданного сайта определить местонахождение интересующего его объекта слежения.

На рис. 1 в виде блок-схемы представлен принцип работы системы слежения за объектом. На объекте слежения, которым может быть транспортное средство (автомобиль, трактор и т.д.) или крупное домашнее животное установлен GPS-трекер со спутниковой антенной. Трекер - это устройство приёма-передачи данных для спутникового контроля автомобилей, людей или других объектов. Таких трекеров может быть n-е количество, как показано на (рис. 1).

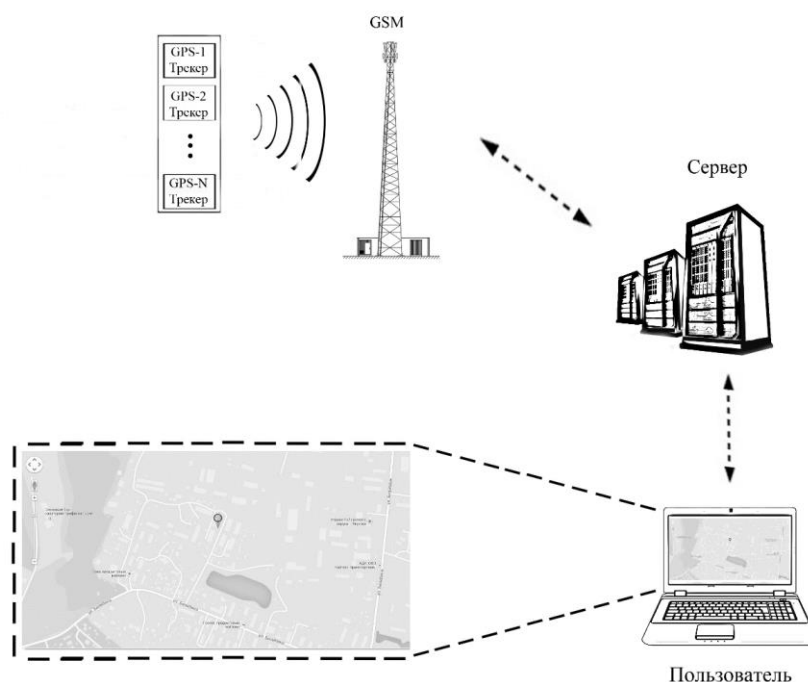


Рис. 1. Система отслеживания географических координат местонахождения объекта

Каждый трекер передает координаты своего местонахождения через сеть интернет сотового оператора, который на (рис.1) обозначен в виде антенны сотовой связи (GSM), на сервер организации. На сервере располагается обработчик, который записывает в базу данных поступающую информацию о координатах всех трекеров. Далее пользователь, имеющий выход в Интернет может получить данные о местонахождении отслеживаемого объекта, при авторизации на Веб-сайте организации, предоставляющий данный вид услуг. Для этого пользователю необходимо зарегистрироваться на Веб-сайте и ему в этом случае присваивается уникальный номер (UserId) и пароль для доступа. Авторизованный пользователь получает возможность отслеживания объекта, на котором установлен его трекер, на карте Google [1].

За основу схемы трекера для приема и передачи спутниковых данных нами был выбран модуль для сотовой связи SIM5320e со встроенным GPS приемником. В модуль вставляется SIM карта пользователя.

Модуль SIM5320e является двух диапазонным HSDPA/WCDMA и Quad-Band GSM / GPRS / EDGE модулем в SMT корпусе, который поддерживает HSDPA со скоростью до 3,6 Мбит для передачи данных по линии связи [2].

В данном модуле поддерживается работа встраиваемых пользовательских скриптов, написанных на языке LUA, а также работа в рамках технологии Embedded AT [3].

Нами разработана программа для модуля SIM5320e на языке LUA и для передачи данных о географических координатах трекера на сервер Физико-технического института СВФУ. Программа написана таким образом, что передача данных по сети Интернет о текущих географических координатах передается через каждые 1,5 минуты. Для экономии энергии источника питания это время можно программно увеличить. Однако при значительном увеличении этого времени GPS приемник перейдет в режим «холодного старта», что приведет к значительному потреблению энергии от источника питания.

Нами разработана Веб-страница сайта физико-технического института Северо-Восточного федерального университета для отображения координат трекера на карте Google. Отображение географических координат, хранящихся на сервере ФТИ, на карте Google производится с помощью стандартных библиотечных программ Google. Веб-сайт разрабатывается на системе управления контентом “Drupal 7”. На данный момент реализованы обработчики поступающих данных на сервер института и возможность наблюдения за объектом на карте Google.

На кафедре радиотехники и информационных технологий ФТИ разработаны и собраны два трекера с использованием модуля SIM5320e. Ток потребления в режиме сна составляет около 5 мА. В режиме передачи данных ток потребления трекера может достигать 0,4 А. После изготовления опытных образцов трекера проведены испытания данной системы слежения за объектом и получены положительные результаты.

На данный момент реализованы обработчики поступающих данных на сервер института и возможность наблюдения за объектом на карте Google. На рис. 2 показан пример веб-страницы отображающий местоположение объекта, с установленным на нем трекером, на карте Google.

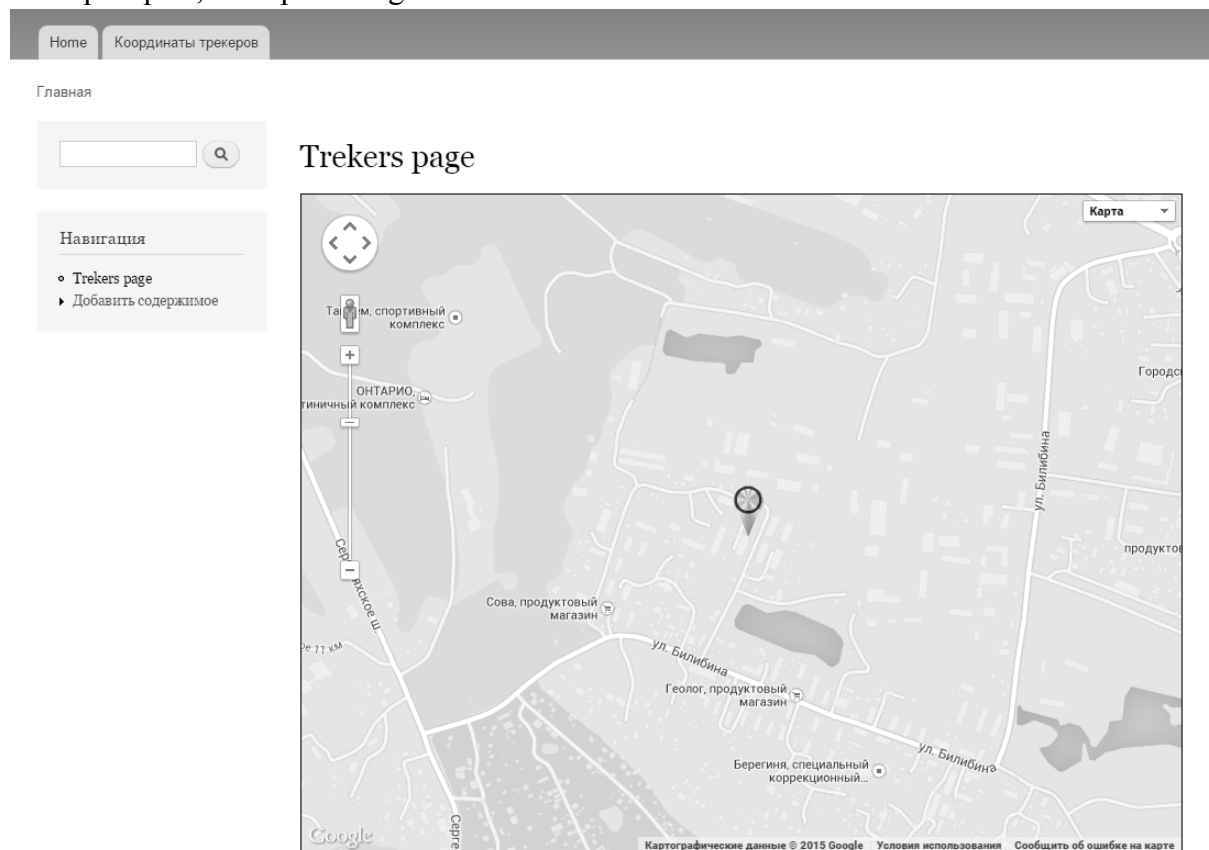


Рис. 2. Веб страница системы слежения

Обработка данных поступающие с трекеров, выполняется посредством php скрипта, на котором написан код сохраняющие информацию о местоположении в базу данных MySQL [4].

Для использования системы слежения пользователю необходимо зарегистрироваться на сайте, затем необходимо привязать трекер к своему профилю, для привязки используется imei номер sim модуля. После привязки пользователь получает доступ к данным о местоположении трекера.

#### Список литературы:

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%8B\\_Google](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%8B_Google)
2. <http://www.mt-system.ru/news/besprovodnye-reshenija/novyj-3g-modul-ot-simcom-sim5320>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Lua>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL>

### **Максимальная упаковка конгруэнтных кругов на сфере**

*Широков И.М., ученик,  
МБОУ №15, г. Нерюнгри  
E-mail: MaxPacking.Shirokov@yandex.ru*

*Научные руководители:  
учитель математики Гриценко Г.В.,  
учитель физики Абрамова М.Н.*

*Научный консультант:  
д-р физ.-мат. наук, профессор Григорьев Ю.М.*

Задача о сферическом коде имеет широкую научную потребность практики. При передаче информации на расстояния, например с Земли на спутник, возникают ограничения на мощность передаваемого сигнала. Математически это означает, что передаваемые сигналы являются точками сферы евклидова пространства некоторой размерности [11]. Множество точек образует алфавит, причем каждой точке соответствует «сферическая шапка» и точка касания на центральном шаре. В конкретный момент времени задача состоит в передаче точек касания из некоторых шапок на другую сферу. Однако при передаче могут возникать искажения. Если шапки довольно большие, то передаваемую информацию можно однозначно восстановить, так как шапки не пересекаются. Когда известно, что искажения при передаче маленькие, можно рассматривать шапки меньшего размера. Желание передавать как можно больше различной информации, то есть иметь как можно больше разных слов, приводит к задаче: расположить как можно больше сферических шапок заданного размера на сфере [1,2], (см. также [3, Section 1.6: Problem 6]). Изучение упорядоченных структур на поверхности сферы специалисты связывают с возможными крупными открытиями в области физики [5]. Конвекционные потоки, переносящие тепло и раскаленную породу внутри планеты Земля представляют собой вертикальные столбы. У земной коры тепло начинает распределяться практически равномерно, поэтому полученные фигуры похожи на окружности. Актуальной задачей является определение максимального количества конвекционных потоков, циркулирующих в нашей планете. Чрезвычайно важной задачей является описание расположения молекул на сферической поверхности наночастиц, таких как фуллерены и коллоидосомы [4,5,6]. Исследования в этой области крайне необходимы для создания новых лекарств, в частности для лечения вируса иммунодефицита человека.

Несмотря на большое прикладное значение задачи о сферическом коде, ее решение известно лишь в небольшом числе частных случаев. Точное решение в общем случае или в бесконечной серии случаев пока не найдено. Трудности в решении задачи связаны с определением максимальной упаковки окружностей на сфере с точностью до

изометрии [12], так как, возможно, что оптимальных упаковок может быть несколько. Решение всех выше перечисленных проблем обосновывает актуальность настоящей работы.

**Объектом исследования** является дискретная (комбинаторная) геометрия.

**Предмет исследования** – экстремальная задача упаковки кругов на сфере, которая формулируется в виде: Какое максимальное количество непересекающихся окружностей единичного радиуса можно разместить на сфере радиуса  $R$  [7]

**Цель исследования:** найти максимальную упаковку непересекающихся окружностей единичного радиуса на сфере радиуса  $R$ .

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить современные представления о решении проблем дискретной геометрии;
- Применить квадратную упаковку окружностей единичного радиуса на сфере радиуса  $R$ ;
- Рассмотреть физические процессы, позволяющие определить оптимальное расположение окружностей на сфере;
- Определить максимальную упаковку окружностей на сфере, используя обратный сферический круговой фрактал с жестким заполнением пропусков;
- Изучить расположение упорядоченных структур на сферической поверхности наночастиц;
- Найти нижнюю оценку для решения проблемы Таммеса, используя заполнение окружностями кольцевых секторов в результате условной конусной развертки сферы
- Исследовать упорядоченную жесткую упаковку окружностей на сфере и найти предел ее плотности;

**Гипотеза исследования:** Если окружности единичного радиуса расположены на сфере радиуса  $R$  оптимальным образом, то упаковка представляет собой сферический круговой фрактал с жестким заполнением пропусков, так как при бесконечно большом  $R$  ее плотность стремится к максимуму.

**Научная новизна** полученных результатов заключена в том, что в данной работе впервые:

- Показана эквивалентность исследуемой задачи и проблемы Таммеса;
- Исследована квадратная упаковка окружностей на сфере и показано, что ее плотность стремится к плотности квадратной упаковки на плоскости;
- Рассмотрены процессы кристаллизации, позволяющие определить оптимальное расположение окружностей на сфере, и исследован обратный сферический круговой фрактал;
- Предложено заполнение кругами кольцевых секторов в результате условной конусной развертки сферы в качестве получения нижней оценки для решения проблемы Таммеса;
- Рассмотрена упорядоченная жесткая упаковка  $N$  кругов на сфере при  $N \in [578; +\infty)$  и показано, что при  $N \rightarrow \infty$  плотность упаковки стремится к максимуму.

В результате исследования были доказаны следующие теоремы:

**Теорема 1.** *Любой упаковке окружностей единичного радиуса на сфере радиуса  $R$  отвечает упаковка сфер радиуса  $\frac{R}{\sqrt{(R-1)(R+1)}}$  на сфере радиуса  $R\sqrt{\frac{R-1}{R+1}}$  или упаковка сфер радиуса  $\frac{1}{R-1}$  на единичной сфере при  $R > 1$ . Обратное также верно.*

**Теорема 2.**

$$2 \sum_{k=1}^n \left\lfloor \frac{2\pi}{\arccos\left(1 - \frac{2}{R^2 \cos^2 k\alpha}\right)} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{2\pi}{\alpha} \right\rfloor + 2 \left\lfloor \frac{\pi}{\alpha} - \frac{n\alpha}{2} - 2 \right\rfloor \leq N_T \leq \left\lfloor \frac{6\arccos C}{3\arccos C - \pi} \right\rfloor$$

где  $\alpha = 2\arcsin \frac{1}{R}$ ;  $n = \frac{\pi}{4\arcsin \frac{1}{R}}$ ;  $C = \frac{1}{\sec\alpha + 1}$ ;  $N_T$  – максимальное возможное количество окружностей единичного радиуса, расположенных на сфере радиуса  $R$ .

**Теорема 3.** Количество окружностей единичного радиуса, расположенных на сфере радиуса  $R$  не меньше, чем  $2 \times 7^K$ , где  $K$  определяется рекуррентно.

$\alpha_K = \alpha_{K-1} + \arcsin 2\sin\alpha_{K-1}$ ,  $K \geq 1$ . (Рекуррентные соотношения, определяющие величину искомого угла при итерациях). Определить такое максимальное  $K$ , что

$$\sin\alpha_K \leq \frac{\sqrt{5}}{5}, \text{ причем } \alpha_0 = \arcsin \frac{1}{R}.$$

**Теорема 4.** Плотность максимальной упаковки окружностей единичного радиуса на сфере радиуса  $R$  не меньше, чем

$$\rho = \frac{\pi(1-a)}{4} \left( \int_a^1 \sin \frac{\pi}{3} (2-x) \right)^{-1}$$

где  $a = \frac{M}{P} \in \left(\frac{1}{2}; 1\right)$ ,  $M$  – количество используемых уровней из  $P$  возможных в периоде жесткой упаковки.

**Следствие 4. 1.** При  $a \rightarrow 0$  плотность упаковки стремится к максимуму, т.е.:

$$\lim_{a \rightarrow 0} \rho = \frac{\pi}{2\sqrt{3}}$$

Достоверность результатов может подтверждать то, что в созданных компьютерных программах при довольно больших  $R$  и при ограниченном количестве используемых уровней в периоде плотность упаковки стремится к максимуму. Например, при  $R = 100016,8921$   $p=0,902236$ , а при  $R = 2 \times 10^7$   $p = 0,9040843$ .

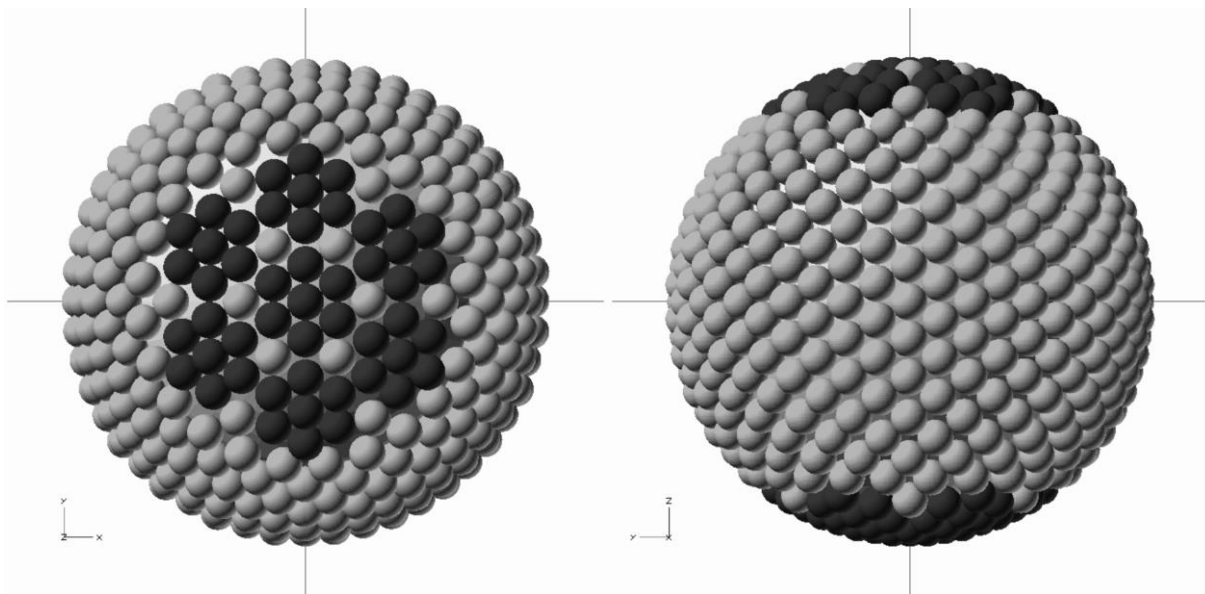


Рис. 1.  $N = 578$ ,  $\rho = 0,819653467$ . Фрактальная упаковка сфер  $X_1$  на сфере  $S_1^2$  и жесткое упорядоченное заполнение пропусков

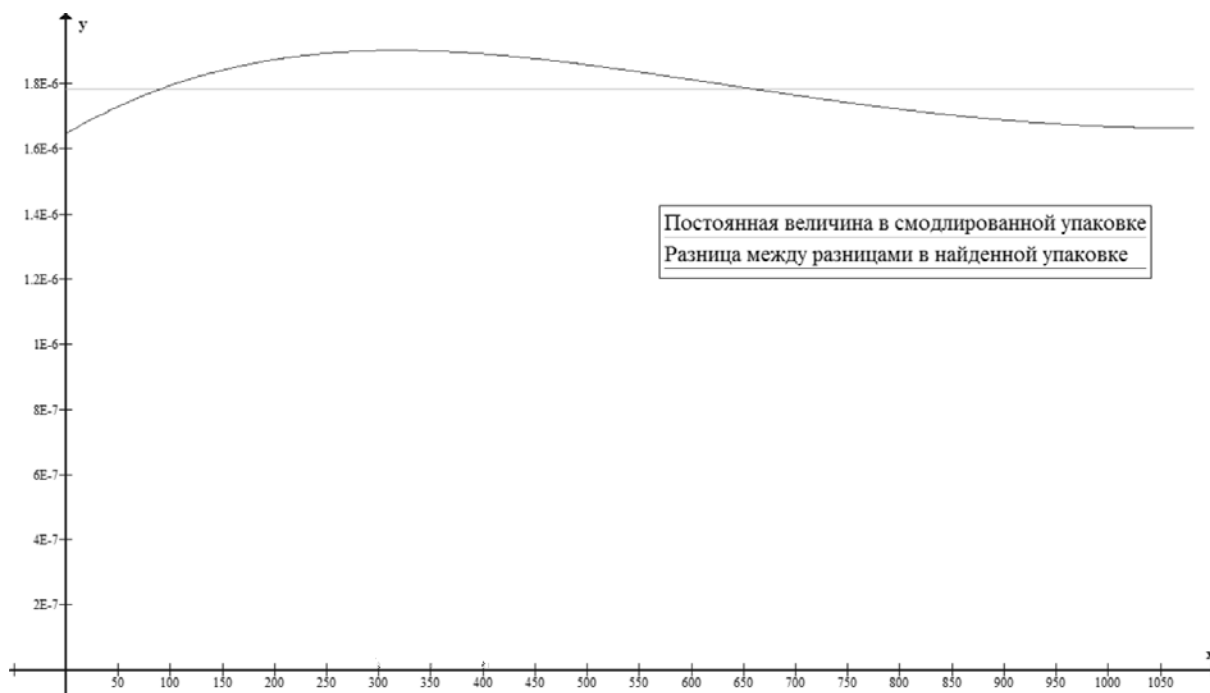


Рис. 2. Разница между  $R_k$  и  $R_{k+1}$  в найденной и смоделированной упаковке для последнего периода при максимально возможном количестве используемых уровней

Основные результаты работы:

- Задача расположения окружностей единичного радиуса на сфере радиуса  $R$  эквивалентна проблеме Таммеса.
- Нижней оценкой для решения задачи является квадратное, фрактальное и жесткое расположение окружностей.
- При  $R \rightarrow \infty$  плотность найденной жесткой упаковки стремится к максимуму.

Задачи исследования выполнены и гипотеза отчасти подтвердилась. Полученные результаты могут быть применены в физике земного ядра, теории кодирования и изучении наночастиц. Особый интерес представляет строительство геокуполов по моделям найденных упаковок. Перспективы дальнейшего исследования заключаются в практическом применении полученных результатов, а также в дальнейшем поиске максимальных упаковок. За счет полученных результатов максимальный объем передаваемой информации, возможно, будет повышен.

Список литературы:

1. Н. Дж. А. Слоэн. Упаковка шаров. В мире науки, 1984, № 3, с.72–82
2. Андреев Н.Н. «Математические этюды» — Контактное число и сферические коды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.etudes.ru/ru/contactnumber/.10>
3. R.M.L. Tammes, On the Origin Number and Arrangement of the Places of Exits on the Surface of Pollen grains, Rec. Trav. Bot. Neerl. 27 (1930), 1-84.
4. P. Brass, W.O.J. Moser, J. Pach, Research problems in discrete geometry, Springer-Verlag, 2005.
5. Д.С. Рошаль. Образование областей с квадратным порядком на поверхности коллоидосом. Физика твердого тела, 2013, том 55, вып. 10.
6. Н.Долбиллин. Три теоремы о выпуклых многогранниках. Квант 2001/№5. 12с.1
7. А.В.Елецкий, Б.М.Смирнов. Фуллерены и структуры углерода. Обзоры актуальных проблем. Успехи физических наук. Том 165, №9. 1995г.

8. О.Р.Мусин, А.С. Тарасов. Экстремальные задачи упаковок кругов на сфере и неприводимые контактные графы. 2014г.

9. Открытые математические проблемы [Электронный ресурс] / Википедия. — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/?oldid=27559814>.

10. L. Fejes Toth, Uber die Abschätzung des kurzesten Abstandes zweier Punkte eines auf einer Kugelfläche liegenden Punktsystems, Jber. Deutch. Math. Verein. 53 (1943), 66-68.

11. K. Schutte and B.L. v. d. Waerden, Auf welcher Kugel haben 5;6;7;8 oder 9 Punkte mit Mindestabstand 1 Platz? Math. Ann. 123 (1951), 96-124.



## СОДЕРЖАНИЕ

### Пленарное заседание

- Шипицын Ю.А.** Об итогах деятельности Государственного комитета Республики Саха (Якутия) по инновационной политике и науке за 2014 год и основные направления деятельности на 2015 год 3
- Жилина Л.В.** Научно-исследовательская деятельность обучающихся как одно из приоритетных направлений деятельности МОУ - Информационно-технологического лицея №24 г. Нерюнгри 13
- Литвиненко А.В.** Результаты научно-исследовательской деятельности студентов ТИ (ф) ФГАОУ ВПО «СВФУ» 17

### Секция 1. Энергетика

- Алексеев М.А., Арьянова Э.Д., Иванова С.С., Карпова О.С., Коршунов К.О., Трофимчук О.А., Шевченко И.Г.** Разработка оптимальной формы культиватора закрытого типа 22
- Андросов М.М.** Совершенствование автономных систем электроснабжения изолированных районов Якутии с использованием локальных ресурсов подземной газификации угля 24
- Бекетова Г.О.** Сравнение светотехнических и стоимостных показателей при ЛП и ЗС фасадов с использованием светодиодов 27
- Водопьянов Е.М.** Разработка технологии плазмодинамического синтеза ультрадисперсного монокристаллического порошка оксида цинка 30
- Жилибина С.В.** Энергосбережение. Коммерческие потери и пути к их снижению 33
- Захаров В.Е., Иванова А.Е.** Топливо-энергетический баланс Арктической зоны Северо-Востока России 36
- Зорин И.Н.** Совершенствование автономных систем электроснабжения изолированных районов Якутии с использованием гидропотенциала малых рек 41
- Кузьмина Р.С.** Биогаз как альтернативное моторное топливо в условиях Севера 43
- Ле Суан Хонг** Перспективные системы тягового электропривода вагонов метрополитена 47
- Петров С.В.** Перспективы использования водорода в двигателях внутреннего сгорания 51
- Рахлеева Л.А.** Исследование возможности построения альтернативных установок для электроснабжения малых потребителей Якутии (на примере Хангаласского улуса) 52
- Суфлян Д.А., Жирохова Н.А.** Особенности индикативной оценки состояния децентрализованных зон электроснабжения северных регионов 55
- Тимофеева А-М.В.** Разработка конструкции ЛЭП с повышенной пропускной способностью 57
- Уваров А.О.** Исследование возможности построения автономного электротехнического комплекса электроснабжения для малых потребителей на базе НВИЭ (на примере п. Кобяй) 60
- Шацева А.А.** Возможность эксплуатации биоэнергетических установок в условиях Якутии 63

## Секция 2. Строительство, строительные материалы

<i>Беляева Я.С.</i> Технология возведения зданий и сооружений с использованием оцинкованных спиральных канатов	67
<i>Бондарев Р.П., Платонов М.П., Юст Н.А., Шелковкина Н.С.</i> Особенности водоснабжения города Якутска	71
<i>Гармаев Б.А.</i> Применение новых строительных материалов при строительстве сельскохозяйственных объектов	73
<i>Гринюк Е.А.</i> Использование каменных материалы для облицовки зданий в городе Нерюнгри Республики Саха (Якутия)	75
<i>Двораковский Г.В.</i> Получение асфальтовяжущего с улучшенными физико-механическими характеристиками	76
<i>Едисеев О.С.</i> Реконструкция автодорожного железобетонного моста через ручей Малиновка на км 552+482 автомобильной дороги "Колыма" с применением базальтокомпозитной арматуры	80
<i>Зорина М.В.</i> Использование жидкого стекла в строительных материалах	84
<i>Игнатьев С.Е.</i> Применение сэндвич-панелей в качестве ограждающих конструкций в условиях Крайнего Севера	87
<i>Ковачев А.С.</i> Использование и производство автоклавного газобетона в условиях Якутии	88
<i>Ковачёв А.С., Терехина Е.С.</i> Особенности двухтопливной системы питания для тракторного дизеля Д-243-648 с автоматическим регулированием состава смесового топлива	91
<i>Лубсанжапов Ж.Г.</i> Утилизация строительных материалов	94
<i>Нафанаилова С.В.</i> Плесень в жилых домах. Причины возникновения, вред и способы уничтожения	96
<i>Прокопьева Л.П.</i> Техногенные побочные продукты промышленности как сырье для производства строительных материалов	98
<i>Радчук Е.Н.</i> Выбор строительной смеси для гидроизоляции бетона в условиях низких температур	101
<i>Радчук Е.Н.</i> Возможность применения легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) для восстановления ветхих жилых зданий в городе Нерюнгри	105
<i>Рачковская Н.О., Апросимов Д.А., Юст Н.А., Шелковкина Н.С.</i> Строительный мусор: его влияние на экологию города Якутска	108
<i>Степанова Д.Л.</i> Силовой расчет редуктора с модифицированным профилем зуба	110
<i>Терехина Е.С.</i> Использование нанобетона в северных климатических условиях	114
<i>Шимко А.В., Юст Н.А., Шелковкина Н.С.</i> Применение добавки ПФМ-НЛК с целью получения бетона высокой морозостойкости	117
<i>Яровой В.О.</i> Пеностекло – материал будущего	121

## Секция 3. Науки о Земле

<i>Аргунов Б.В.</i> Об оптимизации технологии отбора пробы из горных выработок в условиях криолитозоны	126
<i>Артемова Е.А.</i> Брикетирование бурого угля Кировского месторождения с использованием в качестве связующего вещества полиэтиленовой крошки	130
<i>Артемьева Е.А.</i> Исследование показателей водоотведения и водопотребления Удмуртской Республики	132
<i>Бодоева Е.Е.</i> Влияние профессиональной подготовленности обслуживающего персонала на безопасность труда	135

<i>Бодоева Е.Е.</i> Исследование состояния воздушной среды лабораторий горно-геологического профиля ТИ (ф) СВФУ	137
<i>Бодоева Е.Е.</i> Прогнозирование как способ управления надежностью технических систем	139
<i>Варакин В.А.</i> Месторождения графита Южной Якутии	142
<i>Васильев Р.Р.</i> Результаты исследований методом электроразведки на территории Томпонского учебного полигона СВФУ	143
<i>Жирков А.Н.</i> О совершенствовании конструкции долота для бурения горных выработок в условиях криолитозоны	144
<i>Кирейченков А.А., Захаров Н.И.</i> Анализ факторов, влияющих на устойчивость пород в подземных горных выработках шахт Южной Якутии	148
<i>Кондаков А.Ю.</i> Буровые растворы для низкотемпературных скважин	155
<i>Литвиненко А.В., Шовкань И.Г.</i> Геофизические измерения в скважинах, используемых при подземной газификации угля	157
<i>Литвиненко А.В., Шовкань И.Г.</i> Оценка геологического потенциала подземной газификации в Якутии	160
<i>Литвиненко А.В., Шовкань И.Г.</i> Особенности осуществления технологических процессов подземной газификации углей в условиях геокриолитозоны	163
<i>Ли Цуньи</i> Ключевые технологии разведки и добычи сланцевого газа	165
<i>Минаев В.О., Перфильев Д.К.</i> Вентиляция подземной горной выработки	169
<i>Мисайлов И.Е.</i> Геокриологические условия Кыстыктахского месторождения	171
<i>Попова В.А.</i> Анализ профессиональной заболеваемости в горнодобывающей промышленности	173
<i>Попова В.А.</i> К вопросу оценки опасности производственных объектов	176
<i>Попова В.А.</i> Принципы обеспечения безопасности труда на предприятии	178
<i>Салгынов С.Ф.</i> Оценка изменчивости прочностных горных пород на площади Денисовского месторождения	180
<i>Тыкынаев В.Г.</i> О совершенствовании технологии и техники разведки россыпных месторождений алмазов в условиях криолитозоны	186
<i>Ширман Г.В.</i> Промывка высокоглинистых песков в новом аппарате дезинтеграции и классификации	189
<i>Шуляк А.Н., Занаев Ц.-Д.С.</i> Основные свойства природного графита	194
<b>Секция 4. Физико-математические науки и информационные технологии</b>	
<i>Базылев В.И.</i> Интеграция сайта модуля «База-данных научных и методических трудов сотрудников вуза» с сайтом института	197
<i>Боянов А.Е.</i> Конфигурация 1С: «Предметно-цикловая комиссия»	199
<i>Гайнутдинова А.Ф.</i> Анализ существующих решений автоматизации предприятия «ИП Ревяко»	202
<i>Дегалевич Д.А.</i> Приёмная комнатная антенна для цифрового эфирного телевидения на основе текстолитовой пластины	204
<i>Ковалева С.Д.</i> Создание настенных часов «Лиссажу»	207
<i>Левин И.П.</i> Эргономика программных средств автоматизации банковских процессов (на примере ОАО «Нерюнгрибанк»)	211
<i>Новоселов И.Ю.</i> Плазменная переработка отходов, образующихся в замкнутом ядерном топливном цикле	214
<i>Павлов А.А.</i> Расчет функции ослабления поля вертикального диполя, расположенного на плоской поверхности земли	218

<b><i>Павлов Н.В., Старостина А.Е.</i></b> Интеграция компонентов программного комплекса ТЭБ и информационно-модельного комплекса угольной промышленности	222
<b><i>Пряхин А.И.</i></b> База данных «Социальный паспорт отделения» средствами MS Access	225
<b><i>Редченко П.В.</i></b> Цветная светодиодная лампа	227
<b><i>Романчук В.А.</i></b> Разработка и оптимизация алгоритмического и программного обеспечения специализированной нейропроцессорной вычислительной системы управления гексаподом	229
<b><i>Семенов С.О.</i></b> Разработка и установка программы автоматизации автогрейдера для ДСР	233
<b><i>Соболев А.В.</i></b> Формирование бюджета семьи в электронных таблицах	237
<b><i>Степанов А.Н.</i></b> Система слежения за объектами на территории действия сотовой связи	240
<b><i>Широков И.М.</i></b> Максимальная упаковка конгруэнтных кругов на сфере	243

## **МАТЕРИАЛЫ**

**XVI Всероссийской научно-практической конференции  
молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри,  
с международным участием**

**9-11 апреля 2015 г.**

Секции 1-4

Печатается в авторской редакции

**Технический редактор *Л.В. Николаева***

Подписано в печать 03.12.2015. Формат 60x84/16.  
Бумага тип. №2. Гарнитура «Таймс». Печать офсетная.  
Печ. л. 15,75. Уч.-изд. л. 19,7. Тираж 100 экз. Заказ .  
Издательство ТИ (ф) СВФУ, 678960, г. Нерюнгри, ул. Кравченко, 16.

---

Отпечатано в МУП «Нерюнгринская городская типография».  
г. Нерюнгри, ул. Северная, 8.