

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

№ 3 2018

Часть 8

ISSN 2409-529X

Журнал издаётся с 2014 года

Импакт фактор  
РИНЦ – 0,281

Электронная версия журнала: [www.eduherald.ru](http://www.eduherald.ru)

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

к.и.н., профессор РАЕ **Бизенкова Мария Николаевна**

## Заместители главного редактора:

к.и.н., профессор РАЕ **Старчикова Наталия Евгеньевна**

**Бизенков Евгений Александрович**

## Ответственный секретарь

**Нефедова Наталья Игоревна**

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Акбасова А.Д. (г. Туркестан), Алтайулы С.А. (г. Астана), Андреева А.В. (г. Уфа), Андреева Н.В. (г. Белгород), Бадюков В.Ф. (г. Хабаровск), Белецкая Е.А. (г. Белгород), Берестнева О.Г. (г. Томск), Березина А.В. (г. Екатеринбург), Валиев М.М. (г. Уфа), Виштак Н.М. (г. Балаково), Бубновская О.В. (г. Артем), Выхрыстюк М.С. (г. Тобольск), Голубева Г.Н. (г. Набережные Челны), Гормаков А.Н. (г. Томск), Горностаева Ж.В. (г. Шахты), Горишунова Н.К. (г. Курск), Горюнова В.В. (г. Пенза), Губина Н.В. (г. Нижнекамск), Долгополова А.Ф. (г. Ставрополь), Доница А.Д. (г. Волгоград), Евстигнеева Н.А. (г. Москва), Егорова Ю.А. (г. Чистополь), Егорычева Е.В. (г. Волжский), Ершова Л.В. (г. Шуя), Зайцева О.С. (г. Тобольск), Заярная И.А. (г. Находка), Киреева Т.В. (г. Нижний Новгород), Кисляков П.А. (г. Москва), Карпов С.М. (г. Ставрополь), Кобзева О.В. (г. Мурманск), Кобозева И.С. (г. Саранск), Коваленко Е.В. (г. Омск), Кондратьева О.Г. (г. Уфа), Конкиева Н.А. (г. Санкт-Петербург), Косенко С.Т. (г. Санкт-Петербург), Корельская И.Е. (г. Архангельск), Кочева М.А. (г. Нижний Новгород), Кочеткова О.В. (г. Волгоград), Кубалова Л.М. (г. Владикавказ), Лапп Е.А. (г. Волгоград), Кунусова М.С. (г. Астрахань), Кучинская Т.Н. (г. Чита), Лебедева Е.Н. (г. Оренбург), Кубалова Л. М. (г. Владикавказ), Лапп Е.А. (г. Волгоград), Медведев В.П. (г. Таганрог), Минахметова А.З. (г. Елабуга), Михайлова Т.Л. (г. Нижний Новгород), Николаева Л.В. (г. Якутск), Новикова Л.В. (г. Владимир), Омарова П.О. (г. Махачкала), Орлова И.В. (г. Москва), Осин А.К. (г. Шуя), Панов Ю.Т. (г. Владимир), Пелькова С.В. (г. Тюмень), Постникова Л.В. (г. Москва), Преображенский А.П., Ребро И.В. (г. Волжский), Решетников О.М. (г. Москва), Рыбинцева Г. В., Ткалич С.К. (г. Москва), Павлова Е.А. (г. Санкт-Петербург), Парушина Н.В. (г. Орел), Растеряев Н.В. (г. Новочеркасск), Рева Г.В. (г. Владивосток), Рогачев А.Ф. (г. Волгоград), Рыбанов А.А. (г. Волжский), Салаватова С.С. (г. Стерлитамак), Семёнова Г.И. (г. Тобольск), Сенкевич Л.Б. (г. Тюмень), Тарануха Н.А., Тесленко И.В. (г. Екатеринбург), Ткалич С.К. (г. Москва), Федуленкова Т.Н. (г. Владимир), Френкель Е.Э. (г. Вольск), Шалагинова К.С. (г. Тула), Шестак О.И. (г. Владивосток)

## МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ И СТУДЕНТЫ:

Лошадкина А.А. (г. Казань), Горохова Е.Х. (г. Якутск), Негорожина А.В. (г. Ставрополь), Нуржан А.Н. (г. Астана), Гареева Э.И. (г. Уфа), Саврей Д.Ю. (г. Ухта)

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

Журнал «МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

Свидетельство – ЭЛ № ФС-77-55504

Ответственный секретарь редакции – Нефедова Наталья Игоревна

тел. +7 (499) 705-72-30

e-mail: studforum@rae.ru

Почтовый адрес: г. Москва, 105037, а/я 47, Академия Естествознания,  
редакция журнала «Международный студенческий научный вестник»

Издательство и редакция: Информационно-технический отдел  
Академии Естествознания

Техническая редакция и верстка С.Г. Нестерова

Подписано в печать 24.05.2018

Формат 60х90 1/8

Типография ИД «Академия Естествознания»,

Саратов, ул. Мамантовой, 5

Способ печати – оперативный

Усл. печ. л. 18,5

Тираж 500 экз.

Заказ МСНВ/3-2018

## СОДЕРЖАНИЕ

*Технические науки***Секция «Актуальные вопросы информатики и прикладной математики»,  
научный руководитель – Иванова Н.А.**

К ВОПРОСУ О ПРЕДЕЛЬНОМ ЦИКЛЕ СИСТЕМЫ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА  
Солодовник Н.В., Полянина А.С. 1189

КАЧЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНЕРАТОРА  
ВАН ДЕР ПОЛЯ  
Яблокова А.А., Полянина А.С. 1193

**Секция «Актуальные проблемы идентификации и классификации  
продовольственных товаров в таможенных целях»,  
научный руководитель – Мухутдинова С.М.**

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЧАЁВ  
Карпинская А.В., Карпова В.В. 1197

**Секция «Актуальные проблемы инженерно-технических  
и естественных наук: от образования к производству»,  
научный руководитель – Ечмаева Г.А.**

РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ СОЗДАНИИ  
3D МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ OPENSCAD  
Ахмедова А.А., Бережная В.А., Миниахметова Р.Д. 1201

БИОРЕМЕДИАЦИОННЫЙ МЕТОД КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ  
ОЧИСТКИ ПОЧВЫ  
Воинов В.В. 1205

РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ГЕРМАНИИ  
Воинов В.В. 1208

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА  
ПРИ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ В РОССИИ  
Иванова Ю.Д., Назырова Р.Б., Денисова А.А. 1211

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ  
РАСТЕНИЙ  
Семенова М.В. 1214

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА В ВОДАХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ  
МЕТОДОМ ТИТРОВАНИЯ  
Скородод О.А., Ерофеева А.А., Шпиякин Д.В. 1218

**Секция «Актуальные проблемы компьютерной визуализации»,  
научный руководитель – Абрамова О.Ф.**

РАЗВИТИЕ ТРЁХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНИМАЦИИ В ПРОГРАММНОМ  
ОБЕСПЕЧЕНИИ BLENDER  
Агафонкин М.А., Абрамова О.Ф. 1221

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЕДЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ  
Грек А.А., Абрамова О.Ф. 1225

**Секция «Актуальные проблемы современной науки и общества»,  
научный руководитель – Прокутина Е.В.**

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ  
Гладков И.Н., Смирнова Ю.К. 1228

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ  
Шаяхметова М.М., Смирнова Ю.К. 1232

**Секция «Землеройно-транспортные машины»,  
научный руководитель – Гребенникова Н.Н.**

- СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОГРЕЙДЕРА  
С ЦЕЛЬЮ РАСШИРЕНИЯ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
Гребенникова Н.Н., Бледных Д.С. 1235

**Секция «Иностранные языки в техническом вузе»,  
научный руководитель – Лошкарева Д.А.**

- КОМПЕТЕНЦИИ ХХІ ВЕКА ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ  
Тушева И.И., Токарев Е.И. 1238
- ЗНАЧЕНИЕ ПРОФЕССИИ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ В ИСТОРИИ И СОВРЕМЕННОСТИ  
Тушева И.И., Калинина К.С., Мухина А.А. 1242
- ПРОФЕССИЯ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ В 21 ВЕКЕ  
Тушева И.И., Воронова В.В., Деулина Н.М. 1245

**Секция «Научно-инженерные аспекты архитектурного творчества»,  
научный руководитель – Лебединская А.Р.**

- ОСВЕЩЕНИЕ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
Теряева К.А. 1248

**Секция «Нефтегазовый комплекс России: проблемы и перспективы»,  
научный руководитель – Савельева Н.Н.**

- РАСЧЕТ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ГАЗА ПРИ ЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИИ  
В ДЕЙСТВУЮЩУЮ МАГИСТРАЛЬ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ  
Курасов И.С., Маслова Т.О. 1255

**Секция «Оздоровление окружающей среды»,  
научный руководитель – Акбасова А.Д.**

- КОРРОЗИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МАВЗОЛЕЯ  
ХОДЖИ АХМЕДА ЯСАВИ  
Акбасова А.Д., Аубакиров Н.П., Нурсултан А.Н. 1260
- ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СМЕСИ БЕНТОНитОВОЙ ГЛИНЫ  
И ВЕРМИКОПОСТА  
Байхамурова М.О., Азимхан А.Н., Абсеит А.С. 1264
- СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПО УТИЛИЗАЦИИ ДОННЫХ  
ОСАДКОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
Есенбаева Ж.Ж., Абсейт А.С., Гаппаров Ж. 1267

**Секция «Построим будущее вместе»,  
научный руководитель – Кочева М.А.**

- ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ  
ДЛЯ ОБОГРЕВА И ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ  
Уваров В.А., Готулева Ю.В. 1270

**Секция «Технологии. Информатика. Обучение»,  
научный руководитель – Клименко Е.В.**

- ЭТО НУЖНАЯ И ВРЕДНАЯ БАТАРЕЙКА  
Каримова Л.Т., Никитин С.П. 1273
- МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-МЕТОДА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ  
Утяшева М.Д. 1276
- ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ  
Шихов А.Р. 1279



**Секция «Эксплуатация и организация движения автотранспорта»,  
научный руководитель – Новиков И.А.**

- АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПАРКА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ  
И СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА В РОССИИ  
*Кротенко А.Л., Конев А.А.* 1282
- МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АВТОМОБИЛЬНОГО  
СЕРВИСА НА ПРИМЕРЕ УПЛ ПО ТО И Р ПРИ БГТУ ИМ. В.Г. ШУХОВА  
*Однокозов П.С., Дуганова Е.В.* 1286
- ВНЕДРЕНИЕ МОЙКИ САМООБСЛУЖИВАНИЯ НА АЗС  
*Рязанцев А.В., Дуганова Е.В.* 1290
- ВНЕДРЕНИЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЕ  
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА  
*Струщенко А.Л., Дуганова Е.В.* 1294
- ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА  
В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА НА АВТОТРАНСПОРТЕ  
*Толмачев Д.И., Голубенко Н.В.* 1297
- ТЕХНОЛОГИИ ЗАРЯДКИ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ  
*Шакалов И.П., Конев А.А.* 1302
- АНАЛИЗ РЫНКА ШИННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ ДЛЯ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ  
*Яременко Р.П., Дуганова Е.В.* 1305

**Секция «Электроэнергетика и автоматизация промышленного производства»,  
научный руководитель – Семёнов А.С.**

- РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА  
НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ  
*Егоров А.Н., Семёнов А.С., Харитонов Я.С.* 1308
- АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА  
МАШИН И УСТАНОВОК ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА  
*Мелентьева И.А., Немчинов Р.А., Егоров А.Н.* 1312
- МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГЛАВНОЙ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ  
УСТАНОВКИ РУДНИКА ПРИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ  
*Семенова М.Н., Загоило С.А.* 1318

**Секция «Энергоснабжение, энергопотребление, энергосбережение»,  
научный руководитель – Кузнецов Н.М.**

- ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
РАЗРЕЗА «КАНГАЛАССКИЙ» ОАО ХК «ЯКУТУГОЛЬ»  
*Федоров А.П., Пичуев А.В.* 1325

---

## CONTENTS

### *Technical sciences*

#### ***Section «Actual problems of computer science and applied mathematics», scientific supervisor – Ivanova N.A.***

- TO THE PROBLEM ON LIMIT CYCLE OF THE SELF-OSCILLATORY TYPE SYSTEM  
*Solodovnik N.V., Polyagina A.S.* 1189
- QUALITATIVE APPROACH TO RESEARCH OF THE VAN DER POL GENERATOR STABILITY  
*Yablokova A.A., Polyagina A.S.* 1193

#### ***Section «Actual problems of identification and classification of food products for customs purposes», scientific supervisor – Mukhutdinova S.M.***

- THE STUDY OF CONSUMER PROPERTIES OF NON-TRADITIONAL TEAS  
*Karpinskaya A.V., Karpova V.V.* 1197

#### ***Section «Actual problems of engineering-technical and natural sciences: from education to production», scientific supervisor – Echmayeva G.A.***

- IMPLEMENTATION OF THE PARAMETRIC APPROACH AT THE CREATION OF 3D MODELS  
IN THE OPENCAD MEDIUM  
*Akhmedova A.A., Berezhnaya V.A., Minayakhmetova R.D.* 1201
- BIOREMEDIATION METHOD AS THE MOST EFFECTIVE METHOD OF CLEANING SOIL  
*Voynov V.V.* 1205
- THE DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL AGRICULTURE OF GERMANY  
*Voynov V.V.* 1208
- PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR REGENERATION OF USED  
OIL FOR DISPOSAL AUTOMOTIVE OIL FILTERS IN RUSSIA  
*Ivanova J.D., Nazyrova R.B., Denisova A.A.* 1211
- ECOLOGICAL CONDITION OF THE SOIL AND HIS INFLUENCE ON GROWTH AND  
DEVELOPMENT OF PLANTS  
*Semenova M.V.* 1214
- DETERMINATION OF THE CONTENT OF IRON IONS IN THE WATERS  
OF THE TYUMEN REGION BY TITRATION  
*Skoroheid O.A., Yerofeyev A.A., Speakin D.V.* 1218

#### ***Section «Actual problems of computer visualization», scientific supervisor – Abramova O.F.***

- DEVELOPMENT OF THREE-DIMENSIONAL SIMULATION AND ANIMATIONS  
IN THE BLENDER SOFTWARE  
*Agafonkin M.A., Abramova O.F.* 1221
- RESEARCH OF SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF CONDUCTING OF TECHNOLOGICAL  
CALCULATIONS  
*Grekh A.A., Abramova O.F.* 1225

#### ***Section «Actual problems of modern science and society», scientific supervisor – Prokutina E.V.***

- ECOLOGICAL MODERNIZATION OF THE CAR  
*Gladkov I.N., Smirnova Y.K.* 1228
- ENVIRONMENTAL ISSUES THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT  
*Shayakhmetova M.M., Smirnova Y.K.* 1232

**Section «Earth-moving machinery»,  
scientific supervisor – Grebennikova N.N.**

- IMPROVING THE DESIGN OF WORKING EQUIPMENT OF MOTOR GRADER TO EXPAND ITS  
OPERATIONAL CAPABILITIES  
*Grebennikova N.N., Blednykh D.S.* 1235

**Section «Foreign languages in a technical university»,  
scientific supervisor – Loshkareva D.A.**

- MY PROFESSION IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY. THE COMPETENCES OF THE ENGINEERS  
IN THE FIELD OF CONSTRUCTION  
*Tusheva I.I., Tokarev E.I.* 1238
- CIVIL ENGINEERING OVER THE TIME  
*Tusheva I.I., Kalinina X.S., Mukhina A.A.* 1242
- THE PROFESSION OF CIVIL ENGINEERING IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY  
*Tusheva I.I., Voronova V.V., Deulina N.M.* 1245

**Section «Scientific and engineering aspects of architectural creativity»,  
scientific supervisor – Lebedinskaya A.R.**

- LIGHTING OF PARK TERRITORIES  
*Teryaeva K.A.* 1248

**Section «Oil and gas complex of Russia: problems and prospects»,  
scientific supervisor – Savelieva N.N.**

- CALCULATION OF REDUCTION IN GAS EMISSIONS WHEN IT IS MOVED IN THE CURRENT  
PATHWAY IN THE PROCESS OF REPAIRS  
*Kurasov I.S., Maslova T.O.* 1255

**Section «Improvement of the environment»,  
scientific supervisor – Akbasova A.D.**

- CORROSION PHENOMENA ON STRUCTURES MAUSOLEUM OF KHOJA AHMED YASAWI  
*Akbasova A.D., Aubakirov N.P., Nursultan A.N.* 1260
- INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE MIXTURE OF BENTONITE CLAY AND  
VERMIKOMPOST  
*Baykhamurova M.O., Azimhan A.N., Abseit A.S.* 1264
- MODERN CONDITION OF THE PROBLEM ON THE RECYCLING OF THE DENIAL  
SEDIMENTS OF THE RESERVOIRS OF THE SOUTH KAZAKHSTAN REGION  
*Yessenbayeva Z.Z., Abseit A.S., Gapparov Z.* 1267

**Section «Let's build the future together»,  
scientific supervisor – Kocheva M.A.**

- USE OF WOOD COMBUSTION PRODUCTS FOR HEATING AND FERTILIZING PLANTS  
*Uvarov V.A., Gotuleva Y.V.* 1270

**Section «Technology. Computer science. Training»,  
scientific supervisor – Klimenko E.V.**

- IT IS UNNECESSARY AND HARMFUL BATTERY  
*Karimova L.T., Nikitin S.P.* 1273
- THE METHODOLOGY OF USING CASE METHOD IN PROFESSIONAL EDUCATION  
*Shikhov A.R.* 1276
- INTERACTIVE TEACHING METHODS TECHNICAL DISCIPLINE  
*Shikhov A.R.* 1279

**Section «Technology. Computer science. Training»,  
scientific supervisor – Klimenko E.V.**

- ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF CHANGING THE STATE OF THE PARK OF CARS  
AND THE SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR IN RUSSIA  
*Krotenko A.L., Konev A.A.* 1282

|                                                                                                                                                                                                            |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| MODERNIZATION OF INDUSTRIAL AND TECHNICAL DATABASE OF AUTOMOBILE SERVICE<br>ON THE EXAMPLE OF PIECE ON TO AND R IN BSTU NAMED AFTER V. SHUKHOV<br><i>Odnokozov P.S., Duganova E.V.</i>                     | 1286 |
| INTRODUCTION OF SELF-SERVICE WASHING AT AZS<br><i>Ryazantsev A.V., Duganova E.V.</i>                                                                                                                       | 1290 |
| THE INTRODUCTION OF BARELY PRODUCTION ENTERPRISE OF AUTOMOBILE T<br>RANSPORT<br><i>Strushcenko A.L., Duganova E.V.</i>                                                                                     | 1294 |
| PROSPECTS OF LIQUEFIED NATURAL GAS USING AS A MOTOR FUEL FOR AUTO<br>TRANSPORT<br><i>Tolmachev D.I., Golubenko N.V.</i>                                                                                    | 1297 |
| TECHNOLOGIES FOR CHARGING BATTERIES OF ELECTRIC MOTORS<br><i>Shakalov I.P., Konev A.A.</i>                                                                                                                 | 1302 |
| MARKET ANALYSIS OF TYRE MANIPULATORS FOR THE MINING EQUIPMENT<br><i>Yaremenko R.P., Duganova E.V.</i>                                                                                                      | 1305 |
| <br><b><i>Section «Electric Power Industry and Automation of Industrial Production»,<br/>scientific supervisor – Semenov A.S.</i></b>                                                                      |      |
| DEVELOPMENT OF ACTIVITIES FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF THE USE<br>OF HIGH-VOLTAGE FREQUENCY-REGULATED ELECTRIC DRIVE ON INDUSTRIAL<br>ENTERPRISES<br><i>Egorov A.N., Semenov A.S., Kharitonov Y.S.</i> | 1308 |
| ANALYSIS OF CONTEMPORARY SYSTEMS OF AUTOMATED ELECTRIC DRIVE<br>OF MACHINES AND INSTALLATIONS OF MINING INDUSTRY<br><i>Melenteva I.A., Nemchinov R.A., Egorov A.N.</i>                                     | 1312 |
| MODELING OF THE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM OF THE MAIN FAN MOTOR<br>VENTILATION UNITS AT THE COMPENSATION OF REACTIVE POWER<br><i>Semenova M.N., Zagolilo S.A.</i>                                           | 1318 |
| <br><b><i>Section «Energy Supply, Energy Consumption, Energy Saving»,<br/>scientific supervisor – Kuznetsov N.M.</i></b>                                                                                   |      |
| ENERGY SAVING AND INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF THE SECTION<br>«KANGALASSKY» JSC HC «YAKUTUGOL»<br><i>Fedorov A.P., Pichuev A.V.</i>                                                                    | 1325 |

*Секция «Актуальные вопросы информатики и прикладной математики»,  
научный руководитель – Иванова Н.А., канд. техн. наук, доцент*

УДК 517.9

## К ВОПРОСУ О ПРЕДЕЛЬНОМ ЦИКЛЕ СИСТЕМЫ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА

**Солодовник Н.В., Полянина А.С.**

*Камышинский технологический институт, филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет», Камышин, e-mail: A.S.Polyanina@gmail.com*

В данной статье рассматривается метод конструирования систем нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с асимптотически устойчивыми интегральными кривыми. Подход к моделированию таких систем сводится к использованию функции Ляпунова. В фазовом пространстве системы наблюдается образование изолированных траекторий – устойчивых предельных циклов. Желаемые динамические свойства системы достигаются с помощью введения в структуру уравнений определенных стабилизирующих функций от переменных системы. Проведено численное моделирование типовых режимов системы при различных начальных условиях. При этом можно оценить время выхода траектории на предельный цикл. Полученные дифференциальные уравнения составляют систему автоколебательного типа и могут использоваться в качестве генераторов программных траекторий движения различных объектов управления.

**Ключевые слова:** дифференциальные уравнения, управление, устойчивость, предельный цикл

## TO THE PROBLEM ON LIMIT CYCLE OF THE SELF-OSCILLATORY TYPE SYSTEM

**Solodovnik N.V., Polyagina A.S.**

*Kamyshin Technological Institute, branch of Volgograd State Technical University, Kamyshin,  
e-mail: A.S.Polyanina@gmail.com*

This article discusses the method for constructing of systems of nonlinear ordinary first-order differential equations with asymptotically stable integral curves. The approach to modeling such systems is reduced to using the Lyapunov's function. In the phase space of the system isolated trajectories are observed. They are stable limit cycles. The necessary dynamic properties of the system are achieved by introducing into the structure of equations specific stabilizing functions of the system variables. Numerical modeling of typical modes of the system under various initial conditions is carried out. It is possible to estimate the exit time of the trajectory on the limit cycle. The obtained differential equations constitute the self-oscillatory type system and can be used as generators of program trajectories of movement of various control objects.

**Keywords:** differential equations, control, stability, limit cycle

В настоящее время в связи с решением современных задач управляемых колебательных процессов особое место занимает активно развивающаяся теория многоканальных генераторов различной природы в управляемой динамике механических систем. Важной задачей является создание систем управления, обеспечивающих устойчивое движение объекта по траекториям различного вида. Построенная в работе система имеет инвариантное асимптотически устойчивое многообразие, являющееся поверхностью уровня некоторой функции [1]. Траектории системы не могут пересечь многообразие, что приводит к стабилизации движений системы в его окрестности. В таких системах возникают автоколебания. Работа представляет интерес для траекторных задач в робототехнике [4], при управлении автоколебательными мультивибраторами.

В фазовом пространстве системы наблюдается образование устойчивых предельных циклов – траекторий движения точек стопы шагающего движителя [5]. Автоколебательные мультивибраторы относятся к генераторам релаксационного типа, у которых форма генерируемых колебаний резко отличается от синусоидальной.

Постановка задачи. Рассмотрим систему автоколебаний. Модель такого типа можно представить в следующем виде

$$\begin{cases} \dot{x}_{2i-1} = \pm \alpha_{2i} x_{2i}^{2m-1} + U_{2i-1}(\mathbf{X}), \\ \dot{x}_{2i} = \mp \alpha_{2i-1} x_{2i-1}^{2m-1} + U_{2i}(\mathbf{X}), \end{cases} \quad (1)$$

где  $i = 1, 2$ .

Построенная вектор-функция управления

$$\mathbf{U} = (U_1(\mathbf{X}), U_2(\mathbf{X}), U_3(\mathbf{X}), U_4(\mathbf{X}))^T$$

должна обеспечить стабилизацию системы по четырем каналам в окрестности многообразия  $\Omega$ , определяемого уравнением

$$\sum_{i=1}^4 \frac{x_i^{2m}}{a_i^{2m}} = 1.$$

Требуемые управления с обратной связью ищутся в виде:  
для каналов первой подсистемы

$$\begin{cases} U_1(X) = \beta_1 x_1 + \sum_{j=1}^2 (\beta_{2j-1,1} x_{2j-1}^{2m} x_1 + \beta_{2j,1} x_{2j}^{2m} x_1), \\ U_2(X) = \beta_2 x_2 + \sum_{j=1}^2 (\beta_{2j-1,2} x_{2j-1}^{2m} x_2 + \beta_{2j,2} x_{2j}^{2m} x_2); \end{cases}$$

для каналов второй подсистемы

$$\begin{cases} U_1(\mathbf{X}) = \beta_3 x_3 + \sum_{j=1}^2 (\beta_{2j-1,3} x_{2j-1}^{2m} x_3 + \beta_{2j,3} x_{2j}^{2m} x_3), \\ U_4(\mathbf{X}) = \beta_4 x_4 + \sum_{j=1}^2 (\beta_{2j-1,4} x_{2j-1}^{2m} x_4 + \beta_{2j,4} x_{2j}^{2m} x_4); \end{cases}$$

Далее задача сводится к нахождению управляющих параметров.

**Метод решения.** Применяя схему вывода [1], получим коэффициенты управления:  
для первой подсистемы

$$\begin{cases} \alpha_1 = 2ma_1^{-2m}, \alpha_2 = 2ma_2^{-2m}, \beta_1 = \pm 1, \beta_2 = \pm 1, \\ \beta_{2j-1,1} = \mp a_{2j-1}^{-2m}, \beta_{2j-1,2} = \mp a_{2j-1}^{-2m}, \beta_{2j,1} = \mp a_{2j}^{-2m}, \\ \beta_{2j,2} = \mp a_{2j}^{-2m}; \end{cases} \quad (2)$$

для второй подсистемы

$$\begin{cases} \alpha_3 = 2ma_3^{-2m}, \alpha_4 = 2ma_4^{-2m}, \beta_3 = \pm 1, \beta_4 = \pm 1, \\ \beta_{2j-1,3} = \mp a_{2j-1}^{-2m}, \beta_{2j-1,4} = \mp a_{2j-1}^{-2m}, \beta_{2j,3} = \mp a_{2j}^{-2m}, \\ \beta_{2j,4} = \mp a_{2j}^{-2m}; \end{cases} \quad (3)$$

где  $j = 1, 2$ .

Для этого использовалось следующее условие инвариантности многообразия  $\Omega$ :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^2 \left( (\pm \alpha_{2i} x_{2i}^{2m-1} + U_{2i-1}^{\mp}(\mathbf{X})) \frac{\partial F(X)}{\partial x_{2i-1}} + (\pm \alpha_{2i} x_{2i}^{2m-1} + U_{2i-1}^{\mp}(\mathbf{X})) \frac{\partial \mathbf{F}(\mathbf{X})}{\partial x_{2i-1}} \right) = \\ = 2m \sum_{i=1}^2 \left( \frac{x_{2i-1}^{2m}}{\alpha_{2i-1}^{2m}} + \frac{x_{2i}^{2m}}{\alpha_{2i}^{2m}} \right) \left( 1 - \sum_{i=1}^{2n} \frac{x_i^{2m}}{\alpha_i^{2m}} \right), \end{aligned}$$

где знаки "-" либо "+" берутся перед коэффициентами управляющих функций  $U_{2i-1}^{\mp}(\mathbf{X})$ ,  $U_{2i}^{\mp}(\mathbf{X})$ , в зависимости от того "+" либо "-" стоят перед членами первой степени  $x_{2i-1}$ ,  $x_{2i}$ ,  $i = 1, 2$ , управления.

Таким образом, при выполнении соотношений (2), (3) на управляемые параметры, поверхность  $\Omega$  будет являться инвариантным многообразием системы (1).

В частности, управления

$$\begin{cases} U_{2i-1}^-(\mathbf{X}) = x_{2i-1} + \sum_{j=1}^2 (\beta_{2j-1,1} x_{2j-1}^{2m} x_{2i-1} + \beta_{2j,1} x_{2j}^{2m} x_{2i-1}), \\ U_{2i}^-(\mathbf{X}) = x_{2i} + \sum_{j=1}^2 (\beta_{2j-1,2} x_{2j-1}^{2m} x_{2i} + \beta_{2j,2} x_{2j}^{2m} x_{2i}); \end{cases}$$

при  $i = 1, 2$ , будут стабилизировать траектории движения в окрестности многообразия  $\Omega$ .

Следовательно, поверхность  $\Omega$  является инвариантным асимптотически устойчивым многообразием [3] системы управления (1).

**Численное моделирование.** В работе рассмотрен ряд таких моделей автоколебательного типа посредством изменения значений коэффициентов функций управления. Каждый из случаев был проиллюстрирован при различных начальных условиях:

$$\mathbf{X}^{(1)}(0,5 \cdot 10^{-3}, 0,9 \cdot 10^{-3}, 0,3 \cdot 10^{-3}, 0,7 \cdot 10^{-3}),$$

$$\mathbf{X}^{(2)}(0,1 \cdot 10^{-2}, 0,18 \cdot 10^{-2}, 0,9 \cdot 10^{-3}, 0,14 \cdot 10^{-2}),$$

$$\mathbf{X}^{(3)}(0,5 \cdot 10^{-2}, 0,9 \cdot 10^{-2}, 0,3 \cdot 10^{-2}, 0,7 \cdot 10^{-2}),$$

$$\mathbf{X}^{(4)}(0,5 \cdot 10^{-1}, 0,9 \cdot 10^{-1}, 0,3 \cdot 10^{-1}, 0,7 \cdot 10^{-1})$$

$$\mathbf{X}^{(5)}(0,1, 0,18, 0,06, 0,14).$$

Например, при начальных условиях  $\mathbf{X}^{(1)}$ ,  $\mathbf{X}^{(4)}$ , интегральные трубки в подпространстве первой подсистемы приведены на рис. 1, второй подсистемы – на рис. 2.

По фрагментам численного моделирования, отвечающим различным начальным

условиям, в каждой из рассмотренных задач можно оценить время стабилизации траекторий движения. Устойчивые предельные циклы, принадлежащие этим поверхностям, представляют собой замкнутые гладкие кривые по форме, близкой к прямоугольной.

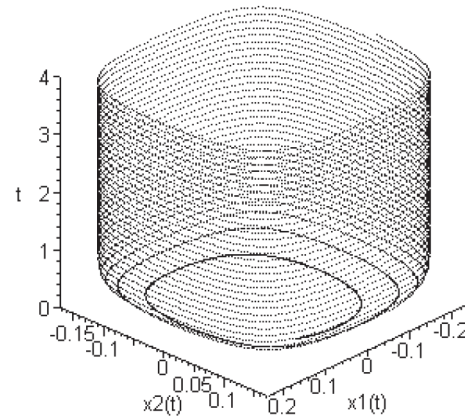
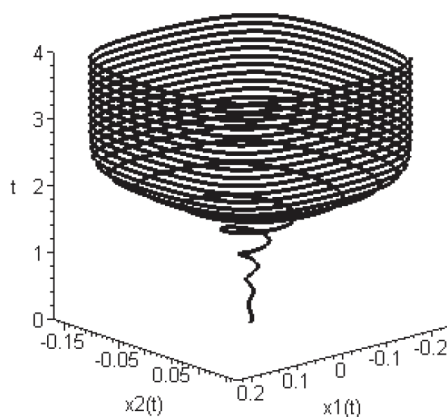


Рис. 1. Интегральные трубки в подпространстве  $\mathbf{X}_1 \times \mathbf{X}_2 \subset \mathbf{R}^4$



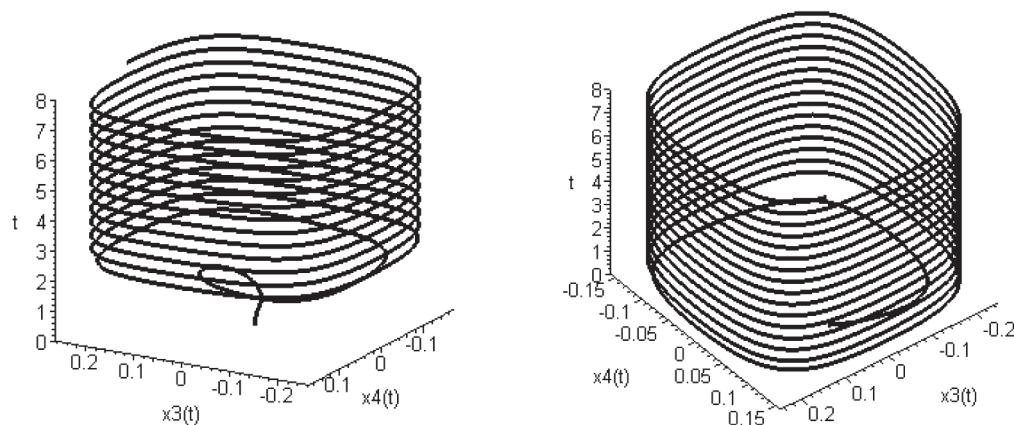


Рис. 2. Интегральные трубки в подпространстве  $X_3 \times X_4 \subset \mathbb{R}^4$

**Закключение.** Получены стабилизирующие управления для решения задач управления нелинейными системами. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при проектировании систем управления робототехническими комплексами, при проектировании детектирующих устройств переходных процессов движения по траекториям с участками близкими к прямолинейным [3, 4].

#### Список литературы

1. Горобцов, А.С. Синтез интегральных поверхностей Ламэ и стабилизация колебаний в их окрестностях / А.С. Горобцов, Е.Н. Рыжов, А.С. Чурзина // Динамика сложных систем. – 2009. – Т. 3, № 1. – С. 59–62.

2. Горобцов А.С. Детектирование колебаний, близких к разрывным / А.С. Горобцов, Е.Н. Рыжов, А.С. Чурзина // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2009. – № 8. – С. 32–34.

3. Зубов И.В. Методы анализа динамики управляемых систем. – М., 2003. – 224 с.

4. Gorobtsov A. About formation of the stable modes of the movement of multilink mechanical systems / A. Gorobtsov, E. Ryzhov, A. Polyanina // Vibroengineering Procedia. Vol. 8: proc. of 22nd International Conference on Vibroengineering (Moscow, Russia, 4–7 October 2016) / Publisher JVE International Ltd. – Kaunas (Lithuania), 2016. – P. 522–526.

5. Gorobtsov A., Polyanina A., Andreev A. The Use of the Limit Cycles of Dynamic Systems for Formation of Program Trajectories of Points Feet of the Anthropomorphic Robot. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 126 // International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering. – 2017. – 11(6). – 717 – 720.

УДК 534:621.373

## КАЧЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНЕРАТОРА ВАН ДЕР ПОЛЯ

Яблокова А.А., Полянина А.С.

*Камышинский технологический институт, филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Камышин, e-mail: alex9.v@yandex.ru*

В работе исследуются возможные переходные процессы для уравнения генератора Ван дер Поля. Уравнение Ван дер Поля имеет нулевое и периодическое решения. Такая система описывает режим автоколебаний. В зависимости от управляющего параметра форма автоколебаний будет близка к гармонической или иметь релаксационный вид. При автоколебаниях имеет место приток энергии в систему. Причем источник энергии не обладает колебательными свойствами. Автоколебания описываются нелинейными дифференциальными уравнениями с устойчивыми предельными циклами. Все фазовые траектории, выходящие из различных точек фазовой плоскости, стремятся к предельному циклу. В работе выполнено численное моделирование фазовых портретов и форм колебаний системы. Проведено качественное исследование движения фазовых траекторий, которое иллюстрирует результаты анализа устойчивости системы в линейном приближении.

**Ключевые слова:** генератор, состояние равновесия, устойчивость, автоколебания, предельный цикл

## QUALITATIVE APPROACH TO RESEARCH OF THE VAN DER POL GENERATOR STABILITY

Yablokova A.A., Polyanina A.S.

*Kamyshin Technological Institute, branch of Volgograd State Technical University, Kamyshin, e-mail: alex9.v@yandex.ru*

In work possible transient processes for the Van der Pol generator equation are considered. The Van der Pol equation has zero and periodic solutions. Such system describes the self-oscillation mode. Depending on the control parameter the form of the self-oscillations will be close to harmonical or have a relaxation form. In self-oscillations there is an inflow of energy into the system. And the power source has no oscillatory properties. Self-oscillations are described by nonlinear differential equations with stable limit cycles. All phase trajectories coming out of different points of the phase plane aspire to a limit cycle. In work numerical modeling of phase pictures and forms of oscillations of the system is executed. The qualitative research of the motion of phase trajectories which illustrates results of the analysis of stability of system in linear approximation is conducted.

**Keywords:** generator, equilibrium state, stability, self-oscillations, limits cycle

Наряду с колебательными системами, в которых энергия с течением времени может только уменьшаться из-за диссипации, существуют и такие, в которых возможно пополнение энергии колебаний за счет неустойчивостей. Это может иметь место, когда система в состоянии обмениваться с окружающей средой энергией или веществом, т.е. является энергетически открытой [3].

В открытых системах возникают автоколебания. Это незатухающие колебания в нелинейных диссипативных системах, характеристики которых – амплитуда, частота, форма колебаний определяются параметрами самой системы и не зависят от конкретных начальных условий.

В общих чертах понять природу этого явления – режима автоколебаний можно с помощью качественных соображений.

С течением времени фазовые траектории системы автоколебаний стремятся к некоторому притягивающему множеству – аттрактору. В случае периодических автоколебаний в фазовом пространстве си-

стемы наблюдаются устойчивые предельные циклы.

Осциллятор Ван дер Поля: условия устойчивости состояния равновесия. Основной математической моделью при исследовании периодических автоколебательных систем является уравнение осциллятора Ван дер Поля:

$$\ddot{q} - \lambda(1 - q^2)\dot{q} + q = 0, \quad (1)$$

где  $q$  – динамическая переменная;  $\lambda$  – постоянная величина, управляющая возбуждением автоколебаний. Рассмотрим случай мягкого самовозбуждения системы, когда после сколь угодно малого начального возмущения состояния равновесия наблюдаются колебания с малыми амплитудами. Пока колебания малы и выполняется неравенство  $1 - q^2 > 0$ , второе слагаемое уравнения Ван дер Поля будет оказывать дестабилизирующее действие, и колебания будут возрастать. Но с их увеличением указанное неравенство станет нарушаться и коэффициент при  $\dot{q}$

будет положительным в тех интервалах времени, в которых  $1 - q^2 < 0$ . В этих интервалах времени второе слагаемое уравнения будет оказывать демпфирующее влияние. При дальнейшем возрастании колебаний демпфирующее действие будет увеличиваться, и движение системы станет приближаться к стационарному режиму, которому соответствует взаимная компенсация дестабилизирующего и демпфирующего влияний [5]. Движение системы будет стремиться к режиму автоколебаний, которому соответствует постоянное значение амплитуды (рис. 1).

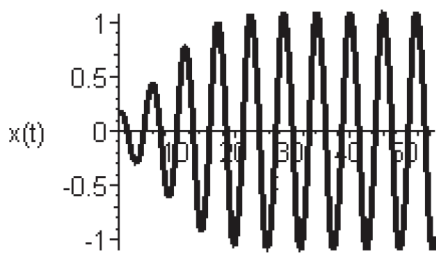


Рис. 1. Автоколебательный режим

При определении условий возникновения автоколебаний важно знать, какие состояния равновесия существуют в системе, и как меняется характер их устойчивости в зависимости от управляющих параметров [3].

Для нахождения точек равновесия и определения характера их устойчивости в осцилляторе Ван дер Поля, обычно рассматривается уравнение (1) в виде

$$\ddot{x} - (\lambda - x^2)\dot{x} + x = 0,$$

или, по-другому, в форме системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \dot{x} = y, \\ \dot{y} = (\lambda - x^2)y - x. \end{cases}$$

Для нахождения особых точек – положений равновесия решается система уравнений

$$\begin{cases} y = 0, \\ (\lambda - x^2)y - x = 0. \end{cases}$$

Система имеет только тривиальное решение – единственную точку покоя  $\mathbf{0} = (0, 0)^T$ .

Для определения устойчивости состояния равновесия рассматривают линеаризованную систему в окрестности точки  $\mathbf{0} = (0, 0)^T$ . Матрицу линеаризации системы вычисляют по формуле

$$I(0, 0) = \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{x}(0, 0)}{\partial x} & \frac{\partial \dot{x}(0, 0)}{\partial y} \\ \frac{\partial \dot{y}(0, 0)}{\partial x} & \frac{\partial \dot{y}(0, 0)}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & \lambda \end{bmatrix}.$$

Для анализа поведения фазовых траекторий в локальной окрестности состояния равновесия  $\mathbf{0} = (0, 0)^T$  учитываются собственные значения матрицы линеаризации [3, 4]:

1. Если  $\lambda < -2$ , тогда собственные значения матрицы – отрицательные действительные числа. Состояние равновесия представляет собой устойчивый узел.

2. Если  $-2 < \lambda < 0$ , тогда собственные значения матрицы – комплексно-сопряженные числа с отрицательной действительной частью. Состояние равновесия – устойчивый фокус.

3. Если  $0 < \lambda < 2$ , тогда собственные значения матрицы – комплексно-сопряженные числа с положительной действительной частью. Состояние равновесия является неустойчивым фокусом.

4. Если  $\lambda > 2$ , тогда собственные значения являются действительными положительными числами. Состояние равновесия представляет собой неустойчивый узел.

Численное моделирование. Описанное поведение фазовых траекторий осциллятора Ван дер Поля относительно состояния равновесия  $\mathbf{0} = (0, 0)^T$  проиллюстрированы с использованием численного моделирования. На рисунках представлены фазовые портреты и формы колебаний динамических переменных осциллятора.

Для случая  $\lambda < -2$  мы действительно наблюдаем, что начало координат  $\mathbf{0} = (0, 0)^T$  является особой точкой типа устойчивый узел (рис. 2).

На рис. 3 при  $-2 < \lambda < 0$  фазовая траектория представляет собой спираль, скручивающуюся к точке  $\mathbf{0} = (0, 0)^T$  – устойчивому фокусу.

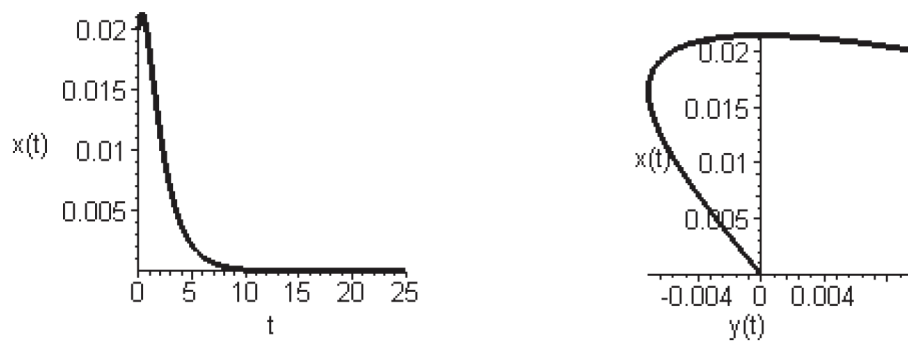


Рис. 2. Форма колебаний и фазовый портрет для осциллятора Ван дер Поля при  $\lambda < -2$

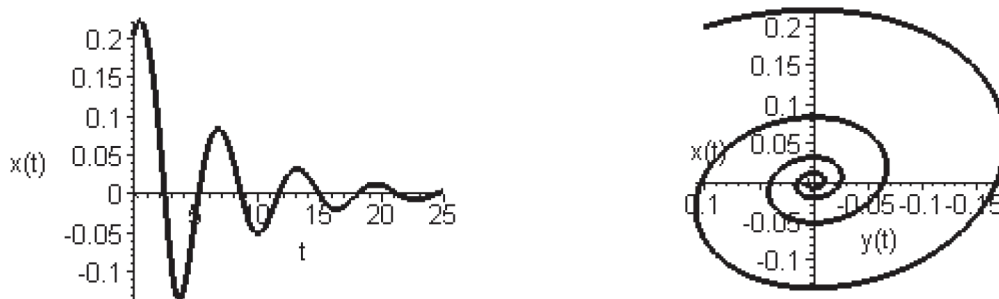


Рис. 3. Форма колебаний и фазовый портрет для осциллятора Ван дер Поля при  $-2 < \lambda < 0$

Если  $\lambda > 0$ , то состояние равновесия в начале координат теряет свою устойчивость (рис. 4, 5).

Замкнутые кривые, к которым неограниченно приближаются все фазовые

траектории, описывают стационарные режимы автоколебаний и являются устойчивыми предельными циклами. Их областью притяжения служит вся фазовая плоскость.

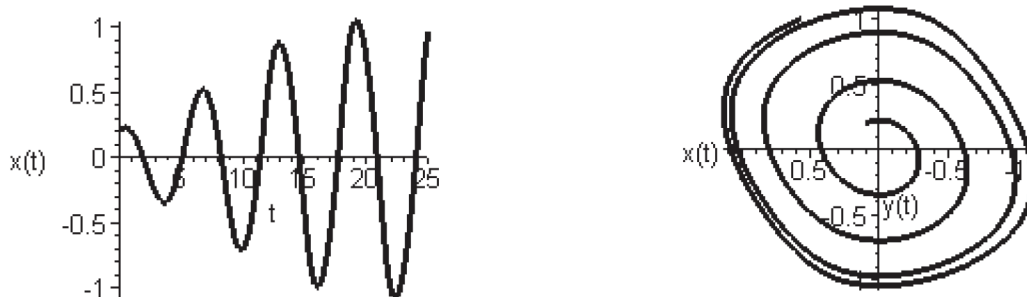


Рис. 4. Форма колебаний и фазовый портрет для осциллятора Ван дер Поля при  $0 < \lambda < 2$

При малых положительных  $\lambda$  предельный цикл имеет форму близкую к эллипсу. Форма автоколебаний будет близка к гармонической (рис. 4). При увеличении  $\lambda$  предельный цикл меняет свою геометрию, искажается. Форма автоколебаний будет иметь релаксационный вид (рис. 5). При  $\lambda > 0$  меняется и характер состояния равновесия  $\mathbf{0} = (0, 0)^T$ : неустойчивый фокус переходит в неустойчивый узел.

электромагнитных колебаний [3]. Современная теория синтеза структуры нелинейной колебательной системы для получения устойчивых предельных циклов развивается в направлении усложнения геометрии циклов и увеличения их числа (многоканальные системы). Задача создания методов синтеза автоколебательных режимов для многомерных систем остается актуальной [1, 2].

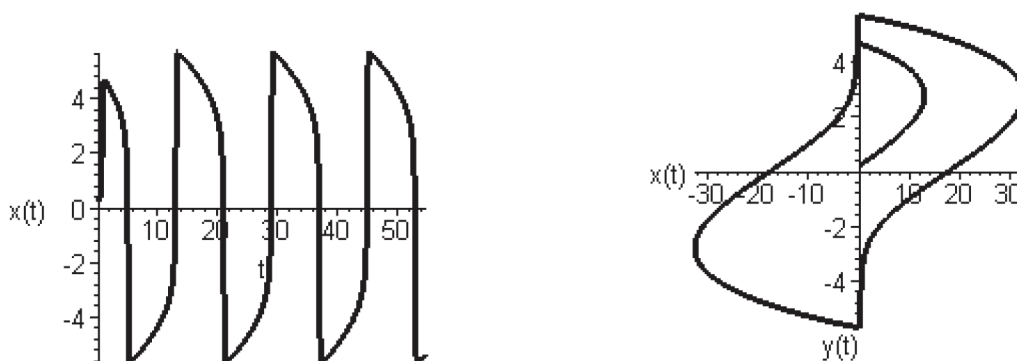


Рис. 5. Форма колебаний и фазовый портрет для осциллятора Ван дер Поля при  $\lambda > 2$

### Заключение

В работе было проведено качественное исследование решений уравнения Ван дер Поля, описывающих переход от состояния неустойчивого равновесия к устойчивому предельному циклу. Генератор Ван дер Поля является достаточно простой и общей моделью периодических автоколебаний. Наиболее частое применение это уравнение находит в радиопроизводстве при построении автогенератора

### Список литературы

1. Горобцов, А.С. Многофункциональные генераторы автоколебаний / А.С. Горобцов, Е.Н. Рыжов, А.С. Чурзина // Известия ВолгГТУ. – 2011. – Вып. 11, № 9. – С. 19–22.
2. Горобцов, А.С. Детектирование колебаний, близких к разрывным / А.С. Горобцов, Е.Н. Рыжов, А.С. Чурзина // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2009. – № 8. – С. 32–34.
3. Кузнецов, А.П. Нелинейные колебания / А.П. Кузнецов, С.П. Кузнецов, Н.М. Рыскин. – М.: Изд-во «Физматлит», 2005. – 290 с.
4. Немыцкий В.В., Степанов В.В. Качественная теория дифференциальных уравнений. – М.: Изд. – во Едиториал УРСС, 2004. – 552 с.
5. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний / Я.Г. Пановко. – М.: Наука, 1991. – 246 с.

**Секция «Актуальные проблемы идентификации и классификации  
продовольственных товаров в таможенных целях»,  
научный руководитель – Мухутдинова С.М., канд. техн. наук**

УДК 663.95

**ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НЕТРАДИЦИОННЫХ ЧАЁВ**

**Карпинская А.В., Карпова В.В.**

*ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», Люберцы, e-mail: alenkauu@bk.ru*

В статье исследуются различные виды чаёв, а именно такие виды чая, которые не укладываются в содержание современного ГОСТ 32593–2013 «Чай и чайная продукция. Термины и определения». Были рассмотрены следующие образцы чая и чайных изделий: синий чай, фиолетовый чай, чай Гэммайтя, чай-латте. С использованием различных методов исследования авторами были выявлены органолептические показатели качества, а также дана товароведческая характеристика выбранных чаёв. Анализ потребительских характеристик, который произведен с учетом ожиданий индивидуальных потребностей большинства покупателей вкусовых товаров, позволил выделить один из чаёв среди остальных в качестве наиболее приемлемого. Также проведенное исследование позволило сделать выводы о верной видовой принадлежности образцов: чай, чай с добавками, чайный напиток.

**Ключевые слова:** чай, чайная продукция, чайный лист, фиолетовый чай, синий чай, гэммайтя, чай-латте, идентификация

**THE STUDY OF CONSUMER PROPERTIES OF NON-TRADITIONAL TEAS**

**Karpinskaya A.V., Karpova V.V.**

*Russian customs academy, Lyubertsy, e-mail: alenkauu@bk.ru*

The article discusses the various types of tea, namely tea that do not fit into the modern content GOST 32593–2013 «Tea and tea products. Terms and definitions». The following samples of tea and tea products were considered: blue tea, purple tea, Gammayta tea, tea latte. With the use of various methods of research the authors discovered organoleptic quality indicators, and also given the character-variability characteristics of the selected teas. The analysis of consumer characteristics, which was reduced taking into account the expectations of the individual needs of most consumers of flavored products, allowed one of the teas to be selected among the others as the most acceptable. The study also carried out the main goal to draw conclusions about the right kind of teas: tea, tea with additives, tea drink.

**Keywords:** tea, tea products, tea leaf, purple tea, blue tea, gemmaytia, tea-latte, identification

Во многих странах, в том числе и в России, для повышения культуры чая и чаепития проводятся различные выставки, конференции и мастер-классы. Так, например, в начале марта состоялась российская международная кофейно-чайная конференция и выставка «RUSSIAN COFFEE AND TEA INDUSTRY EVENT», где собралось более 4000 профессионалов из России, стран СНГ и зарубежья. На выставке были представлены производители множества разнообразных чаёв, ассортимент продукции настолько обширный, что можно смело сказать все виды продукции, выпускаемой чайной промышленностью, не укладываются в терминологию современного ГОСТ 32593–2013 «Чай и чайная продукция. Термины и определения». Этим обусловлена актуальность работы.

В качестве объектов исследования в работе рассмотрены 4 образца чайной продукции, которые показали наиболее интересными по результатам посещения выставки. Данные объекты являются нетрадицион-

ными для российского потребителя: синий тайский чай, фиолетовый кенийский чай, чай Гэммайтя и чай-латте.

Целью работы является комплексное исследование потребительских свойств выбранных видов чая. В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи: изучить нормативные документы на чайную продукцию, выявить идентификационные признаки чая, определить потребительские свойства и определить видовую принадлежность исследуемых образцов.

Первый этап работы заключался в анализе нормативных документов. Согласно ГОСТ 32593–2013 «Чай и чайная продукция. Термины и определения» были выявлены идентификационные признаки «чая» [1].

На втором этапе работы была изучена информация об объектах исследования, как на материалах выставки, так и при помощи интернет-ресурсов.

Синий чай – чай из листьев и цветов клитории тройчайтой (или тайской орхидеи), производится только в Таиланде. Иногда это



растение называют мотыльковым горошком. В самом Таиланде напиток из клитории называют «*nam dok anchan*». Бутоны с тремя листьями собирают на рассвете, высушивают, но не до конца: в середине остается часть влаги. Затем бутоны окисляются и досушиваются. Цветки клитории издавна используются в Юго-Восточной Азии в качестве естественного красителя, а также в медицине в качестве природного антидепрессанта и средства для улучшения кровообращения. Данный образец обладает слабым вкусом и насыщенным приятным ароматом, имеет настой ярко-синего цвета [2].

Не стоит путать синий чай из Таиланда и синий китайский чай, который является среднеферментированным чаем улуном (оолонгом). Напитки имеют общее название, но их органолептические и физико-химические показатели совершенно различны. Например, по цвету: улун не синий в заваренном виде, в отличие от тайландского чая. Также напитки имеют различный вкус и аромат. Главное отличие состоит в том, что синий китайский чай является чаем, а синий тайландский – чайным напитком [5].

Фиолетовый чай производится в Кении, является результатом исследований по выведению новых сортов чая, способных противостоять засухе, многим болезням и вредителям. Такого рода исследования проводятся в Кении Исследовательским институтом чая (TRI – Tea Research Institute), который был создан еще в 1980 году. В настоящее время изучены 12 клонов фиолетового кенийского чая [3].

Фиолетовый чай объединяет высококачественные черные, зеленые и ортодоксальные чаи Кении, произведенные для экспорта. Фиолетовый чай отличается высоким содержанием антоцианов, которые обладают противоаллергическим, противовирусным, противовоспалительным и противораковым действием, антиоксиданты антоцианов могут контролировать болезни сердца, диабет и ожирение.

Чай Гэммайтя – один из самых необычных чаев, известных в мире. Гэммайтя (как вариант Генмайча, *Genmaicha*) – японский зеленый чай, так называемый «коричневый рисовый чай», включающий в свой состав зеленые чайные листья и коричневый обжаренный рис. Эта смесь уравнивает терпкость зеленого чая и придает ореховый привкус жареного риса. Иногда в разговорной речи его называют «попкорновый чай». Настой такого чая имеет светло-желтый цвет, мягкий вкус, сочетающийся в себе

аромат жареного риса с травяными нотками зеленого чая.

Чай-латте – известный в США чай со специями и молоком. Словом «*chai*» в западных странах называют индийский масала-чай (сладкий чай со специями) и все производные от него. А чай-латте как раз таковым и является. Единственное его отличие от масала-чая в том, что взбитое молоко (иногда сливки) добавляется в самом конце процесса приготовления, непосредственно в чашки. Американская компания «David Rio», владелец бренда «*Chai*», специально создала восемь разных смесей чая с разными вкусами и ароматами, в том числе без сахара для людей, страдающих диабетом, и совершенно уникальную смесь чая без кофеина, которого, как известно, в чае содержится больше, чем в кофе. В данном случае напиток под брендом «David Rio» можно считать адаптированным для европейского потребителя вариантом масала-чая [4].

Далее была проведена оценка органолептических показателей исследуемых образцов. Синий чай – образец №1, фиолетовый чай – образец №2, Гэммайтя – образец №3, чай-латте – образец №4. Результаты представлены в табл. 1.

Было отмечено, что самым насыщенным настоем среди остальных обладает образец №2 – фиолетовый чай, а самым необычным вкусом чай Гэммайтя (образец №3). Образец №4 – чай-латте оказался самым приятным на вкус.

Также в процессе изучения выбранных образцов была проведена их идентификация по основным товароведческим характеристикам. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Анализ таблиц показывает, что синий чай обладает почти полностью безвкусным настоем. Разнообразить вкус помогут лимон или молоко. Для любителей зеленого чая достойной заменой может оказаться чай Гэммайтя. Посетителям сети кофеен «Starbucks» или «Coffee to go» следует обратить внимание на чай-латте.

Цена – немаловажный фактор в процессе выбора чая и чайной продукции потребителями. Ниже приведена сравнительная таблица цен на исследуемые образцы:

Из всех исследуемых образцов только один фиолетовый чай – это действительно чай. Синий чай – чайный напиток, а два других образца – чаи с добавками.

Подводя итоги исследованию, следует отметить, что наиболее вкусным и приемлемым по всем потребительским характеристикам может быть назван чай Гэммайтя.



**Таблица 1**

Характеристика органолептических показателей качества образцов

| № | Внешний вид продукта      |              | Цвет настоя |              |             | Аромат настоя        | Вкус настоя |              |                       | Внешний вид разваренного листа                     |
|---|---------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------------|-------------|--------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
|   | Форма                     | Однородность | Цвет        | Насыщенность | Оттенок     |                      | Характер    | Выраженность | Прикус                |                                                    |
| 1 | Завитая                   | Однородный   | Яркий       | Яркий        | Синий       | Запах сена           | Простой     | Безвкусный   | Без привкуса          | Темно-синий                                        |
| 2 | Проволоковидная<br>Цепкая | Однородный   | Черный      | Тусклый      | Зеленоватый | Жаристый, цветочный  | Терпкий     | Сильный      | Жаристый, травянистый | Тусклый, темно-зеленого цвета                      |
| 3 | Скрученная                | Неоднородный | Яркий       | Золотистый   | Желтый      | Травяной, жарен. рис | Простой     | Нейтральный  | Сладковатый, ореховый | Яркий, смешанный                                   |
| 4 | Измельченный              | Однородный   | Тусклый     | Светлый      | Бежевый     | Пряный               | Острый      | Нейтральный  | Пряный                | Не заметны, на дне остаются однородными и тусклыми |

**Таблица 2**

Товароведческая характеристика чая и чайных напитков

| № | Основное сырье                         | Наличие добавок | Особенности технологической обработки сырья и внешнего вида товара | Степень измельчения | Степень ферментации | Содержание типсов | Разновидность чайного растения | Вид товара      |
|---|----------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1 | Цветки клитории тройчайтой             | Нет             | Высушенные цветки                                                  | Неизмельченный      | Ферментир.          | Нет               | Не является чайн. раст.        | Чайный напиток  |
| 2 | Чайный лист                            | Нет             | Рассыпной                                                          | Средний             | Ферментир.          | Нет               | Ча цзын                        | Чай             |
| 3 | Чайный лист, обжаренный коричневый рис | Присутствуют    | Рассыпной                                                          | Средний             | Неферментир.        | Нет               | Сентя, бантя                   | Чай с добавками |
| 4 | Чайный лист, специи                    | Присутствуют    | Мелко измельченный                                                 | Мелкий              | Частично ферментир. | Нет               | Смесь черного и зеленого чая   | Чай с добавками |

Таблица 3

Сравнительная таблица цен на чай и чайную продукцию

| Образец        | Вес  | Цена         |
|----------------|------|--------------|
| Синий чай      | 50 г | 300–400 руб. |
| Фиолетовый чай | 56 г | 763 руб.     |
| Гэммайтя       | 50 г | 72,8 руб.    |
| Чай-латте      | 50 г | 112,5 руб.   |

Анализируя все характеристики и обращая внимание на цену, можно сделать также вывод о том, что необычные чаи и чайные напитки не подойдут для широкого круга потребителей. Они могут заинтересовать людей, но вряд ли им удастся заменить основные напитки, употребляемые каждый день, такие как зеленый и черный чай.

#### Список литературы

1. ГОСТ 32593–2013 Чай и чайная продукция. Термины и определения (с Поправками) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200111504>.
2. ГОСТ ISO 3103–2013 Чай. Приготовление настоя для органолептического анализа // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200109633>.
3. Официальный сайт Tea Research Institute [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.tearesearch.or.ke/> (дата обращения 02.07.2017).
4. Официальный сайт компании David Rio [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.davidrio.com/> (дата обращения 01.07.2017).
5. Иванов Т. Чай Гэммайтя // «Чайная карта»: новостное интернет-изд. 2014. 28 июл. – URL: <http://чайнаякарта.рф/chaj-gemmajtya/> (дата обращения 29.06.2017).
6. Энциклопедия «Чайная гавань» [Электронный ресурс]. – URL: <http://teahaven.ru/wiki/other/blue-thai-tea/>.

**Секция «Актуальные проблемы инженерно-технических и естественных наук: от образования к производству»,  
научный руководитель – Ечмаева Г.А., канд. пед. наук, доцент**

УДК 004.94

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ СОЗДАНИИ  
3D МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ OPENSCAD**

**Ахмедова А.А., Бережная В.А., Миннахметова Р.Д.**

*Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева, филиал ТюмГУ, Тобольск,  
e-mail: echmaeva@mail.ru*

Идеи использования параметрического подхода в моделировании, в том числе и трехмерном, появились еще на ранних этапах развития систем автоматизированного проектирования (САПР), но долгое время оставались не реализованными из-за недостаточной производительности имеющейся компьютерной техники. Одним из сильных сторон среды трехмерного моделирования OpenSCAD является возможность при написании скрипта модели использовать параметрические конструкции. Использование данного подхода позволяет оптимизировать процесс моделирования, минимизировать принципиальные ошибки в описании модели, придает большую гибкость создаваемой модели. Любые изменения параметров приводят к изменению конфигурации моделируемого объекта, что значительным образом упрощает повторное использование скрипта. В работе представлен базовый инструментарий параметрического моделирования в среде OpenSCAD и показаны возможности его применения.

**Ключевые слова:** 3D моделирование, OpenSCAD, параметрические модели

**IMPLEMENTATION OF THE PARAMETRIC APPROACH AT THE CREATION OF  
3D MODELS IN THE OPENSCAD MEDIUM**

**Akhmedova A.A., Berezhnaya V.A., Minayakhmetova R.D.**

*Tobolsk pedagogical Institute D.I. Mendeleev, branch of University of Tyumen, Tobolsk,  
e-mail: echmaeva@mail.ru*

Ideas of the use of self-reactance approach are in a design, including three-dimensional, appeared yet on the early stages of development of computer-aided (CAD) designs, but long time remained not realized from the insufficient productivity of present computer technique. One of strong parties of environment of three-dimensional design of OpenSCAD is possibility at writing of script to the model to use self-reactance constructions. The use of this approach allows to optimize a design process, minimize fundamental errors in description of model, gives large flexibility of the created model. Any changes of parameters cause the change of configuration of the designed object, that the repeated use of script simplifies considerable character. The base tool of self-reactance design is in-process presented in the environment of OpenSCAD and possibilities of his application are shown.

**Keywords:** 3D modeling, OpenSCAD, parametric models

За последнее десятилетие цифровые технологии шагнули далеко вперед. Сегодня изготовление различных промышленных предметов стало возможным не только на заводских условиях, но и дома, благодаря трехмерной печати, которая активно входит в обычную жизнь. Не смотря на то, что 3D принтеры появились совсем недавно, они находят все более широкую сферу применения: техника, быт, получение композитных материалов, медицина и т.д. Такое активное развитие технологии трехмерной печати получили не только благодаря появлению доступных для персонального использования 3D принтеров, но и в связи с появлением легких в освоении сред трехмерного моделирования, позволяю-

щих получать на экране модели объектов любого уровня сложности [2].

В рамках исследования был проведён сравнительный анализ популярных сред для создания 3D моделей. Практически все широко распространенные 3D редакторы используют метод полигонального моделирования (рис. 1). Суть метода заключается в том, что создание модели происходит путем изменения количества, форм и размера полигонов (плоских выпуклых многоугольников). Данный метод позволяет быстро получать требуемую модель, но при этом пользователь не задумывается над тем, по каким закономерностям происходит ее формирование, а также нет возможности получать модели, обладающие определенными визуальными эффектами.

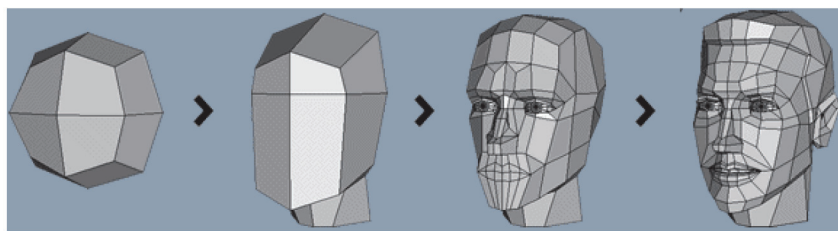
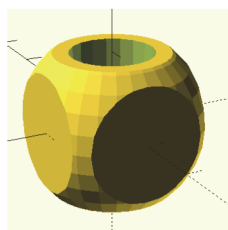


Рис. 1

В противовес полигональному разработан метод параметрического моделирования, позволяющий с помощью математической модели наилучшим образом создать объект идеальной формы и размера, на основе технологии CSG или экструзии. Параметрическое моделирование, несмотря на кажущуюся сложность находит все большее распространение среди инженеров, специалистов и дизайнеров. Вместе с тем, следует отметить, практически полное отсутствие литературных и электронных ресурсов по вопросам параметрического моделирования. Это и определяет актуальность данного исследования.

На общем фоне 3D редакторов выделяется среда OpenSCAD, процесс создания модели в которой кардинально отличается от остальных. Она обладает хорошей математической базой что позволяет применять метод параметрического моделирования. Параметрическое моделирование – это процесс построения модели, основанный на принципах структурированного программирования, когда построение модели выполняется на основе математических закономерностей, при использовании одной или нескольких базовых параметров. Использование параметров при моделировании, делает модель более гибкой и универсальной, что дает возможность менять лишь значения параметра изменить геометрию или размеры модели не нарушая ее пропорции [1].

Пример скрипта модели:



```
a=20;
difference()
{
  intersection()
  {
    cube([a,a,a], center=true);
    sphere(r=a/2*1.3);
  };
  cylinder(r=a/2-4,h=a+2, center=true);
};
```

Рис. 2

Кроме переменных, параметрическое моделирование предполагает возможность использования функций. Функция в данном случае – это вычислительный оператор. Для ее создания необходимо описать сигнатуру. Математические функции расширяют возможности моделирования, позволяют описывать сложные математические модели не большим по объему скриптом.

Следующая составляющая параметрического моделирования – модуль – это функционально законченный поименованный фрагмент программы, предназначенный для многократного использования. Модули позволяют разбивать сложные задачи на более мелкие, и простые. Если в модели есть повторяющиеся фрагменты, то вместо того, чтобы копировать/вставить текст скрипта каждого фрагмента, в OpenSCAD удобнее эти фрагменты представить один раз в виде модуля, и при необходимости многократно использовать. С точки зрения теории программирования Модуль представляет собой подпрограмму-процедуру [1]. Поэтому имя модуля работает как оператор, который можно вызвать в нужный момент.

Пример скрипта модели приведен на рис. 3.

При этом пользователь может значительно расширять возможности среды OpenSCAD, определяя свои собственные модули и функции. Это позволяет группировать части скрипта для легкого повторного использования с разными значениями.

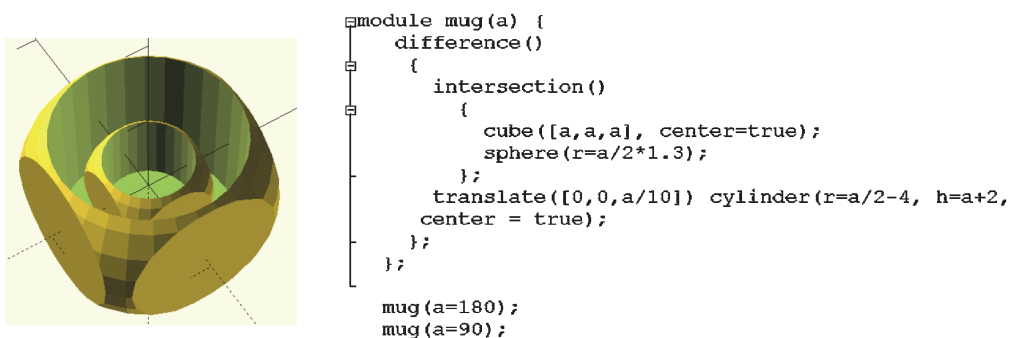


Рис. 3

Пример скрипта модели:

```

function rhomb (x=1, y=1, angle=90) = [ [0, 0], [x, 0],
    [x + x * cos (angle) / sin (angle), y],
    [x * cos (angle) / sin (angle), y] ];
    polygon (rhomb (10, 10, 35));
    
```

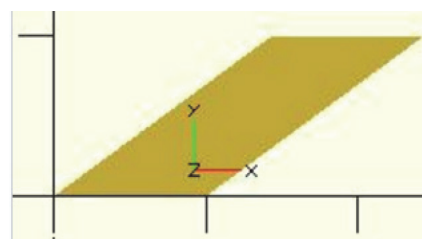


Рис. 4

Также в среде есть возможность использования и создания библиотек. Библиотека – это хранилище компонентов, которые могут быть использованы для построения модели. Они позволяют использовать ранее разработанные проекты для новых моделей [3].

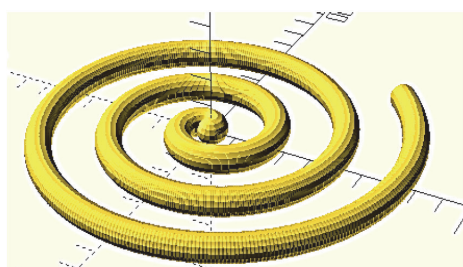
Самой известной встроенной библиотекой в OpenSCAD является библиотека MCAD. Она содержит компоненты, используемые при проектировании механических конструкций. Библиотека является открытой, распространяется под лицензией LGPL 2.1, поэтому может пополняться всеми желающими. Для ее использования при проектировании своих моделей достаточно в скрипте указать:

```

use <MCAD/filename.scad>;
или
include <MCAD/filename.scad>;
    
```

Кроме этого, при построении моделей можно использовать стандартные алгоритмические конструкции: ветвления и циклы. Как показывает практика, при моделировании наиболее часто используются повторяющиеся (циклические) компоненты. Используемые при моделировании циклы бывают регулярными и итеративными [3]. В среде OpenSCAD базовой алгоритмической конструкцией является регулярный цикл, позволяющий создавать 3D модели с регулярными структурами.

Пример скрипта модели:



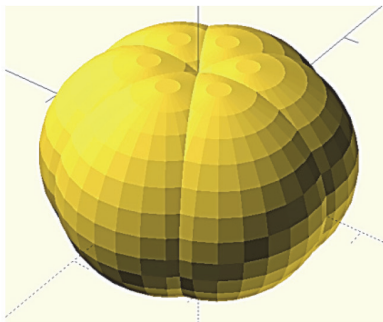
```

for (i=[0:1:1080]) {
    rotate ([0,0,i])
    translate ([i*0.05,i*0.05,0])
    sphere (5);
}
    
```

Рис. 5

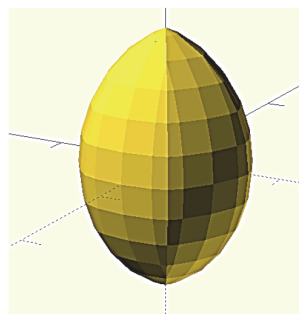
Помимо создания отдельных экземпляров для каждого повторения цикла, OpenSCAD позволяет получить объект, который представляет собой общую часть всех объектов, полученных в цикле. Ниже представлены иллюстрации вариантов использования циклов (рис. 6, 7).

Таким образом, использование параметрического подхода в моделировании 3D объектов значительно сокращает процесс их построения и позволяет легко модифицировать, а также многократно повторно использовать имеющиеся наработки.



```
for(n = [1 : 6]) {
    rotate([0, 0, n * 60])
    translate([5,0,0])
    sphere(r=12);
};
```

Рис. 6



```
intersection_for(n = [1 : 6]) {
    rotate([0, 0, n * 60])
    translate([5,0,0])
    sphere(r=12);
};
```

Рис. 7

Таким образом, небольшие по объему скрипты при использовании параметрического подхода позволяют моделировать геометрически сложные объекты, а так же их легко модифицировать, получая целое семейство подобных моделей.

#### Список литературы

1. Буслова Н.С. НИР бакалавров педвуза в области информатики: от идеи к итогам (учебно-методическое пособие) / Н.С. Буслова, Г.А. Ечмаева, Е.В. Клименко // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 3–2. – С. 188–190.
2. Ечмаева Г.А. Теоретический аспект формирования инженерного мышления школьников: коллективная монография Теория, практика и перспективы развития современной школы / Г.А. Ечмаева, Е.Н. Малышева; отв. ред. А.Ю. Нагорнова. – Ульяновск, 2017. – С. 173–182.
3. Ечмаева Г.А. Концепция организации центра инновационного творчества школьников в области информатики и кибернетики / Г.А. Ечмаева, Н.М. Косолапова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8–2. – С. 459–463.



УДК 504.75.06:504.53

## БИОРЕМЕДИАЦИОННЫЙ МЕТОД КАК НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ

**Воинов В.В.**

*Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева, филиал Тюменского государственного университета, Тобольск, e-mail: vitya.voinow2015@yandex.ru*

В статье раскрыто понятие биоремедиационных методов очистки почв и их история развития, также проведён обзор основных методов биоремедиационной очистки почв, их особенностей и преимущества, а также, объяснён механизм очистки почвы основными биоремедиационными методами. Кроме того, в данной статье обоснована важность сохранения почвенных ресурсов от загрязнения и указана актуальность сохранения почвенных ресурсов, как одного из важнейших компонентов внешней среды жизнедеятельности человека. В данной работе, также, проведён теоретический анализ механизмов воздействия на почву наиболее распространённых видов загрязнений (нефтепродукты и тяжёлые металлы), обоснована их опасность и предложены способы очистки почвы от них методом биоремедиации. Приведены экономические аргументы в пользу использования данного метода в природопользовании и необходимость дальнейшего развития технологий этого метода.

**Ключевые слова:** биоремедиация, почва, хемотрофы, микрокультура

## BIOREMEDIATION METHOD AS THE MOST EFFECTIVE METHOD OF CLEANING SOIL

**Voynov V.V.**

*Tobolsk pedagogical Institute n.a. D I. Mendeleev, branch of Tyumen state University, Tobolsk, e-mail: vitya.voinow2015@yandex.ru*

In the article the concept of Bormio methods of purification of soils and their history of development, also proved an overview of the main methods of Bormio cleaning of soils, their advantages and obesity, and explained the cleaning mechanism of soil, the main methods of Bormio. In addition, this article bosnian wait for conservation proved resources from pollution and indicated the relevance of the proven conservation of resources as one of the most important components of the external environment of human life. In this paper, also, proved a theoretical analysis of the mechanisms of action on the ground to deter most kinds of contaminants (oil products and heavy metal), bosnian their dangers and the proposed methods of cleaning the soil from them by the method of bioremediation. The economic arguments in favor of the use of this method in propolis and the need for further development of the technology of this method.

**Keywords:** bioremediation, soil, hemotrofy, microcultures

С нарастающими темпами развития нашей цивилизации под воздействием производственной деятельности человека увеличиваются и темпы изменения ландшафтов. Одно из самых опасных проявлений подобных техногенных изменений – загрязнение компонентов биосферы искусственными элементами. Самый трудно восстанавливаемый компонент биосферы, являющийся источником жизни для людей и растений, – это почва. Антропогенные изменения почвы могут непосредственно повлиять не только на здоровье организмов, живущих на ней и употребляющих произрастающие на ней растения в пищу, но и на такие компоненты окружающей среды, как вода и воздух. Существуют разные способы восстановления и очищения почв, но наиболее рациональным и натуральным является биоремедиация почвы с использованием естественного метаболического потенциала биологических объектов.

Главными искусственными компонентами, попадающими в биосферу под влиянием производственной деятельности человека, являются следующие: нефтепродукты, избытки минеральных солей, тяжёлые металлы, бытовой мусор и др. Насыщение компонентов биосферы подобными веществами приводит к разрушению естественной среды обитания живых организмов, что в свою очередь ведёт к сокращению численности живых существ и даже их вымиранию. А если вымирает один вид, то за ним исчезают и другие, связанные с ним пищевыми или иными связями.

Почва – это источник жизни на нашей планете. Именно благодаря этому компоненту, на Земле могут произрастать растения, и, следовательно, возможно существование и других наземных организмов. Она служит источником органических и минеральных веществ, необходимых растениям, именно из почвы растения добывают необходимую

влагоу. Почва и минеральные породы служат средой обитания многих живых организмов (почвенных бактерий, одноклеточных водорослей, грибов, беспозвоночных).

Для человека поддержание почвы в первоначальном состоянии имеет жизненно важное значение. В первую очередь, загрязнённая почва теряет своё плодородие. Значит человек, загрязняя почву, постепенно лишается возможности производить для себя пищу. Кроме того, культуры, выращенные на загрязнённых почвах, могут впитывать в себя опасные вещества и становятся опасными для употребления в пищу. Загрязняющие вещества из почвы попадают также и в грунтовые воды, уже через них загрязняя водоёмы. При этом скорость образования почв очень мала, и человечество не может себе позволить потерять один из ключевых факторов, обеспечивающих ему жизнь.

Для того чтобы очистить почвы от загрязняющих веществ и спасти этот ценный ресурс, учёные разрабатывают различные технологии, позволяющие извлечь или нейтрализовать опасный компонент. В настоящее время используется целый спектр химических и физических методов очистки. Они позволяют с высокой эффективностью нейтрализовать загрязняющее вещество. Но очистка почвы этими способами не всегда допустима. Химические методы очистки основаны на использовании специальных реагентов, не всегда являющихся безопасными для окружающей среды. К тому же реагенты дорого стоят, что в конечном счёте сказывается на объёмах почвы, которую таким образом можно восстановить. Физические методы (например, нагревание) весьма энергозатратны и не способны очистить значительную площадь загрязнённой почвы или грунта. Оба этих способа являются очень агрессивными, их целесообразно применять при очень высокой концентрации и степени опасности загрязняющих веществ (например, при разливах нефти) [3].

Если площадь загрязнения велика, то наиболее рациональным методом очистки является биоремедиация почвы. Биоремедиация (от греч. *bio(s)* – жизнь и англ. *remedy* – вылечивать, исправлять) – комплекс мер по очистке грунтов и почв с использованием метаболического потенциала биологических объектов, то есть микроорганизмов, растений, водорослей грибов и так далее. Справедливости ради стоит отметить, что с помощью биоремедиации можно очищать не только грунты и почву, но и воды и атмосферный воздух.

Процесс биоремедиации кардинальным образом отличается от физических и химических методов тем, что во время его использования почву очищают сами представители биосферы. Их только нужно заселить на загрязнённую почву, а дальше в процессе своей жизнедеятельности они сами удалят или обезвредят опасный компонент.

Бактерии, называемые хемотрофами, получают необходимую для жизни энергию не в процессе реакции фотосинтеза, а в результате хемосинтеза – окислительно-восстановительных реакций, в которых они окисляют как органические, так и неорганические химические соединения, богатые энергией. В настоящий момент учёными активно ведутся разработки по выведению новых штаммов бактерий, разлагающих нефть и нефтепродукты. Не секрет, что нефть является одним из главных загрязнителей почвы. Нефть изменяет физико-химические свойства почвы, резко снижая водопроницаемость, увеличивая соотношение между углеродом и азотом (за счёт углерода нефти), что приводит к ухудшению азотного режима, нарушению корневого питания растений. Поэтому учёными разрабатываются штаммы бактерий, которые могут питаться нефтью и тем самым уничтожать загрязнитель.

Метод биоремедиации позволяет производить очистку почвы непосредственно на месте, не используя специального оборудования (необходимую микрокультуру высевает прямо на загрязнённый участок). Для очистки поверхности почвы используются бактерии *Acinetobacter* sp., *Alcaligenes* sp., *Pseudomonas* sp [5]. Этот способ является простым и дешёвым, но он имеет и свои недостатки. На переработку нефтепродуктов бактериями требуется время, и поэтому при высокой концентрации нефтепродуктов с целью недопущения дальнейшего загрязнения попавшие в почву нефтепродукты сжигают [5].

Достаточно перспективным направлением в этой области является использование микроорганизмов для очистки среды от тяжёлых металлов, также являющихся очень опасным загрязнителем. Например в работах, проведённых Г.О. Ждановой, О.Ф. Вятчиной, Д.И. Стомом, В.С. Гараком, Е.В. Захаровым, О.В. Бобровской, О.А. Бархатовой изучалось влияние пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на токсичность растворов солей тяжёлых металлов и мышьяка. Было доказано, что после 15-минутного выдерживания растворов HgCl<sub>2</sub>

и  $\text{Na}_2\text{AsO}_3$  в концентрации 1 мг/л и раствора  $\text{CdCl}_2$  в концентрации 5 мг/л с дрожжами их токсичность снижается практически вдвое, а раствора 1 мг/л  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  – на 20 %. Эффект детоксикации усиливался при увеличении времени экспозиции дрожжей в исследуемых растворах с 15 до 60 мин [2].

Очень эффективно совместное использование бактерий и растений для очистки почвы от тяжёлых металлов. Активность микроорганизмов в ризосфере растений значительно возрастает, так как растения в процессе своей жизнедеятельности выделяют вещества, являющиеся питательной средой для растений (сахара, аминокислоты, органические кислоты). То есть бактерии в процессе своего метаболизма нейтрализуют находящиеся в почве тяжёлые металлы, а растения создают для них благоприятную для жизни среду. Этот метод называется фитостимуляцией [4].

Ещё один интересный способ биоремедиации – ризофилтратия. Как правило, корневые системы вначале растут в водной среде в парнике и лишь затем, когда корневая система достаточно хорошо разовьётся, к корням подводят загрязнённую воду. При этом загрязнителями, как правило, являются металлы. Загрязнённая вода циркулирует, питая растения.

К методам биоремедиации относят и фитоволатилизацию, то есть испарение растениями с поверхности листьев металлов и металлоидов в виде газообразных соединений. Известно, что наибольшим потенциалом по испарению загрязняющих веществ обладают люцерна, тополь, определённые виды акации, а испаряют растения в основном ртуть, мышьяк, селен.

Таким образом, на основании выше приведённых материалов можно сделать вывод, что биоремедиация – это одно из перспективных направлений очистки почвы. Биоремедиация имеет ряд преимуществ,

таких как возможность проводить очистку на месте без выполнения большого объёма земляных работ, отсутствие в технологическом цикле опасных химических реагентов, низкие энергозатраты. К недостаткам же можно отнести длительное время очистки, что затрудняет возможность оперативного реагирования на загрязнение. Методы биоремедиации чрезвычайно разнообразны и позволяют эффективно справляться со многими видами загрязнений. Несомненно, что с дальнейшим развитием биологии, которая в настоящее время переживает бурный рост, эти методы будут совершенствоваться, что приведет к созданию новых биологических способов очистки от большого числа загрязнений почв и окружающей среды.

### Список литературы

1. Ерофеева А.А. Роль сельскохозяйственной науки в развитии агропромышленного комплекса Германии / А.А. Ерофеева // Современное научное знание в условиях системных изменений: материалы Второй Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 155-летию со дня рождения П.А. Столыпина. 2017., Тара, 13–14 апреля 2017 г. – Тара, 2017. – С. 56–58.
2. Жданова О.Г. Детоксикация растворов солей ртути, кадмия, свинца и мышьяка коммерческим препаратом дрожжей. *Saccharomyces cerevisiae* // Известия Иркутского государственного университета. – сер. Биология. Экология. – 2014. – №7.
3. Ступин Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления / Д.Ю. Ступин. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 432 с
4. Чеботарь В.К. Влияние засоления и тяжелых металлов на ростстимулирующую и антагонистическую активность почвенных бактерий и перспективы использования и микроорганизмов для биоремедиации почв (аналитический обзор) / В.К. Чеботарь [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7.
5. Археобактерии [эл. ресурс] / экология, справочник // Режим доступа: <http://ru-ecology.info/term/22978/>.
6. Методы ликвидации нефтяных загрязнений почвы [эл. ресурс] // Археобактерии экология: справочник. – Режим доступа: <http://geologinfo.ru/ekologicheskaya-geologiya/157-prirodookhrannye-meropriyatiya-i-rekomendatsii-poredotvrashcheniyu-ushcherba-okruzhayushchej-srede>.
7. На Ямале загрязнения почвы нефтепродуктами очищают с помощью бактерий, пожирающих нефть [эл. ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=wwqikE1UjKU>.

УДК 504.75.06(430)

**РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ГЕРМАНИИ****Воинов В.В.***Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева, филиал Тюменского государственного университета, Тобольск, e-mail: voinovv58@gmail.com*

В данной работе определено место такой отрасли материального производства как сельское хозяйство в структуре современной экономики. Определена специфика экологического сельского хозяйства и технологий лежащих в её основе. Рассмотрено влияние традиционного сельского хозяйства на окружающую среду в сравнении с экологическим. Определены условия необходимые для построения экологического сельского хозяйства. Изучен положительный опыт развития экологического сельского хозяйства в такой стране как Германия и определены условия его формирования. Также изучен опыт сотрудничества Германии с другими странами по исследованию влияния экологического сельского хозяйства на окружающую среду и его преимуществ перед традиционным сельским хозяйством. Проведён анализ перспектив организации экологического сельского хозяйства на территории России и в частности на территории Тюменской области.

**Ключевые слова:** экологическое сельское хозяйство, сельскохозяйственные угодья, аквакультура

**THE DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL AGRICULTURE OF GERMANY****Voynov V.V.***Tobolsk Pedagogical Institute n.a D.I. Mendeleev, branch of Tyumen state University, Tobolsk, e-mail: voinovv58@gmail.com*

In this work the place of such branch of material production as agriculture in structure of modern economy is defined. The specificity of the ecological agriculture and the technology behind it. The influence of traditional agriculture on the environment in comparison with the ecological one is considered. The conditions necessary for the construction of ecological agriculture. The positive experience of development of ecological agriculture in such country as Germany is studied and conditions of its formation are defined. The experience of cooperation between Germany and other countries on the study of the impact of ecological agriculture on the environment and its advantages over traditional agriculture has also been studied. The analysis of prospects of the organization of ecological agriculture in the territory of Russia and in particular in the territory of the Tyumen region is carried out.

**Keywords:** ecological agriculture, agricultural land, aquaculture

Одним из актуальных вопросов экологической науки является изучение влияния различных отраслей экономики на окружающую среду. В направлении решения данного вопроса необходимо уделить особое внимание изучению влияния на окружающую среду такой тесно связанной с природой отрасли как сельское хозяйство. Сельское хозяйство оказывает значительное влияние на естественные биоценозы и ландшафты, в результате сельскохозяйственной деятельности природные компоненты загрязняются пестицидами и ядохимикатами. Но несмотря на весь возможный вред, сельское хозяйство является неотъемлемой частью экономики любой страны так как обеспечивает человечество продуктами питания, а промышленность необходимым сырьем. Поэтому представляется важным дальнейшее развитие сельского хозяйства с использованием прогрессивных экологических способов наносящих наименьший вред окружающей среде. Значительный опыт в развитии экологических способов ведения сельского хозяйства есть у такой страны как Германия, поэтому изучение немецкого опыта в данном направ-

лении является актуальным и может послужить основой для развития и в нашей стране безопасного для окружающей среды экологического сельхозпроизводства.

Сельское хозяйство – одна из ключевых и повсеместно распространённых отраслей современной экономики. По данным на 2011 год, в сельских поселениях проживало 3,4 млрд. человек, т.е. 50 % всего населения мира, из них в сельском хозяйстве было занято 2.6 млрд. человек или 38 % населения [5]. В России в 2006 году сельских жителей было более 38 млн. человек, а сельским хозяйством занимались 6,47 млн. человек, то есть каждый третий после работников торговли и перерабатывающих производств [3].

С целью сохранения окружающей среды и обеспечения населения безопасными и высококачественными продуктами питания во многих странах сейчас развиваются технологии экологического (органического или биологического) сельского хозяйства. Такие технологии, лежащие в основе экологического сельского хозяйства, могут решить проблему деградации окружающей среды и обеспечения населения здоровыми и безопасными продуктами.



Преимущества экологического сельского хозяйства наглядно представлены в таблице.

ропейского союза. С 1989 года всем экологическим сельхозпроизводителям оказывается финансовая поддержка. С 1994 года

Сравнение эффективности способов ведения хозяйства

| Показатель                                   | Традиционное сельское хозяйство                                                                              | Экологическое с/х                                                                                               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Использование удобрений                      | производители для повышения урожайности культур используют химические удобрения, часто чрезмерное количество | Применяются только органические удобрения (навоз, компост), только в умеренных количествах                      |
| Использование антибиотиков                   | Для профилактики болезней скота производители часто используют антибиотики                                   | Антибиотики не используются                                                                                     |
| Использование пестицидов                     | Используются при защите растений от вредителей                                                               | Для борьбы с вредителями используются биологические методы, безопасные для окружающей среды и здоровья человека |
| Использование стимуляторов роста и гормонов. | Применяют для ускорения роста скота                                                                          | Животные растут с естественной скоростью, без использования стимулирующих препаратов                            |
| Условия содержания животных                  | Для экономии места животные содержатся в максимально стеснённых условиях                                     | Животные содержатся в свободных и естественных условиях                                                         |

Составлена автором по [4].

Несмотря на все свои достоинства, экологическое сельское хозяйство развито далеко не во всех странах. Чаще всего связано это с тем, что экологическое производство дороже по причине многочисленных требований и условий, предъявляемых к нему, а также издержек на дополнительную сертификацию продукции и её доставку к потребителю, хотя отсутствуют затраты на пестициды и синтетические удобрения. Поэтому оно получает наибольшее распространение в странах, где высокий уровень дохода граждан, и где общественность задумывается о сохранении окружающей среды, то есть в странах с мощным природоохранным движением и ограниченными природными ресурсами (в том числе почвенными). К тому же государства, развивающие экологическое сельское хозяйство, должны обладать устойчивой экономикой и крупными финансовыми ресурсами для поддержки экопроизводителей дотациями и субсидиями. В стране также обязательно должна быть правовая база, в должной степени регулирующая деятельность экопроизводителей. Экологическими продукты могут стать только после полного перехода на соответствующие технологии, занимающего 2–3 года. Поэтому экологическое сельское хозяйство имеет перспективы только в тех районах, где потребители готовы переплачивать за безопасные продукты питания, а агропроизводители

ли готовы подождать с получением прибыли в угоду качеству производимой продукции.

Все вышеперечисленные условия для развития экологического сельского хозяйства есть в Германии, что и обусловило его широкое развитие в этой стране. Условия успешного формирования экологического сельского хозяйства в Германии:

Давние традиции, история формирования. Первые предпосылки для этого развития в Германии появились уже в 1924 году, когда был введён биодинамический метод хозяйства, а ее органобиологическое или природное сельское хозяйство восходит к 19 веку [4]. В Германии и по сей день имеет большое значение развитие безопасных для окружающей среды способов ведения хозяйства. Об этом свидетельствуют сильные позиции экологического и природоохранного движения в стране. Важным условиям формирования экологически чистых фермерских хозяйств является налаживание в стране кооперации между производителями сельскохозяйственной продукции и потребителями. В каждом магазине страны есть полка эко продуктов и у производителей нет дефицита в канал сбыта своей продукции.

Активное развитие экологического сельского хозяйства в Германии также связано с – высокими финансовыми дотациями, как от германского правительства, так и от ев-

внедрение и сохранение экологического сельского хозяйства Германии получает финансовую поддержку от ЕС в рамках программ охраны окружающей среды. А с 1-го января 2007 года актуальные правовые основы такого государственного содействия закреплены статьёй 39 Постановления ЕС за №1698/2005 о стимулировании развития сельско-хозяйственного пространства при использовании Европейского экономического фонда.

Большая доля предприятий выбирающих в своём развитии экологические методы сельхозпроизводства. Доля предприятий, занимающихся экологическим сельским хозяйством в Германии по данным на 2011 год составляла 7,5%, а доля обработанных ими земель из общей площади сельхозугодий 5,9%. Доля экологических продуктов в Германии неуклонно растёт. Хотя до 1980-х экологические продукты занимали небольшую нишу, Германия постепенно стала вторым мировым и первым европейским рынком для экологической продукции.

На сегодняшний день Германия в значительной мере сама обеспечивает себя экологической продукцией, хотя и является крупным импортёром экопродуктов из-за рубежа. В основном, ввозятся как свежие, так и переработанные фрукты и овощи. Существенная часть продуктов завозится из развивающихся стран. Гарантом того, что экологическое сельское хозяйство Германии не просто имеет высокие количественные показатели развития, но и обладает высокими качественными характеристиками, служат высокие требования к ее продукции внутри страны. Данные требования даже строже, чем в целом по ЕС. Для того, чтобы получить сертификат экопродукта нужно, чтобы он состоял не менее чем на 95% из экологических компонентов. Из 320 дополнительных и вспомогательных препаратов, разрешённых к применению на территории Германии, в «позитивный список» разрешённых в экологическом сельском хозяйстве можно использовать всего 50 (при этом некоторые производители в соответствии со своим уставом добровольно сокращают этот список). Строго запрещено облущивание экопродуктов и применение ГМО. Доля случайного попадания генетически

модифицированной составляющей не должна превышать 0,9% [2].

Из-за соблюдения внутри страны вышеприведённых условий Германия смогла построить эффективную систему экологического сельского хозяйства и заложить основы для развития устойчивого функционирования органического рынка. Также Германия активно делится своим положительным опытом в данном направлении с другими странами в том числе и с Россией. Есть даже примеры сотрудничества с целью оценки воздействия сельскохозяйственного землепользования разных типов и интенсивности на различные экосистемные функции, такие как аккумуляция углерода, плодородие почв, биоразнообразие в зонах подтайги и лесостепи на юге Тюменской области. Экологическое сельское хозяйство необходимо для обеспечения продовольственной безопасности и сокращения нагрузки от сельскохозяйственной деятельности на окружающую среду. На протяжении долгих лет экологическое сельское хозяйство активно развивается в такой стране, как Германия, которая имеет давние традиции в этом направлении и является лидирующим потребителем экологической продукции в ЕС. Поэтому России целесообразно перенимать опыт Германии для развития собственных экологических сельхоз производств.

#### Список литературы

1. Ерофеева А.А. Роль сельскохозяйственной науки в развитии агропромышленного комплекса Германии / А.А. Ерофеева // Современное научное знание в условиях системных изменений: материалы Второй Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 155-летию со дня рождения П.А. Столыпина. 2017., Тара, 13–14 апреля 2017 г. – Тара, 2017. – С 56–58
2. Иванов А.В., Кундиус В.А. потенциал и перспективы производства экологически чистой продукции сельского хозяйства в трансграничных регионах алтая и монголии / А.В. Иванов, В.А. Кундиус // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – №11.
3. Сафарова З. Сельхозперепись: сколько человек занято в сельском хозяйстве? [эл. Ресурс] // Караидель: Общественно-политическая газета. – Режим доступа: <http://karaidel102.ru/news/4819-selhozperepis-skolko-chelovek-zanyato-v-selskom-hozyaystve.html>.
4. Толстоног В. Экологическое сельское хозяйство в Германии [эл. ресурс] // Социально-экономический портал. – Режим доступа: <https://ru.exrus.eu/Ekologicheskoye-selskoye-khozyaystvo-v-Germanii-id4e57a7f26ccc19e20c000072>.
5. Участие в программе «Экологическое сельское хозяйство» [эл. ресурс] // Центр экологических решений. – Режим доступа: <http://ecoidea.by/ru/blogs/2636>.



УДК 504.75.05(470)

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ В РОССИИ

**Иванова Ю.Д., Назырова Р.Б., Денисова А.А.**

*Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева, филиал Тюменского государственного университета, Тобольск, e-mail: yulya72rus1@gmail.com*

Данная статья посвящена рассмотрению проблемы негативного влияния на экологию техносферы нерациональных методов утилизации отработанных автомобильных масляных фильтров, а в частности, отработанных масел используемых в них. Особенно это касается мест добывающие, промышленные, авто-ремонтные и автотранспортные предприятия. Предотвращение загрязнения природной среды продуктов, находящихся в отработанном автомобильном масле – одна из сложных и многоплановых проблем охраны окружающей среды. Однако в наше время в России установки или заводы по утилизации или регенерации отработанного масла с соблюдением требованием правил природоохранного законодательства практически отсутствуют. Поэтому для снижения ущерба наносимого окружающей среде огромным количеством отработанных автомобильных масел, необходимо постоянно осуществлять поиск новых перспективных и экологически безопасных технологий утилизации одним из которых является способ регенерации масла.

**Ключевые слова:** автомобильный фильтры, отработанные масла, утилизация, регенерация

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR REGENERATION OF USED OIL FOR DISPOSAL AUTOMOTIVE OIL FILTERS IN RUSSIA

**Ivanova J.D., Nazyrova R.B., Denisova A.A.**

*Tobolsk Pedagogical Institute named after D.I. Mendeleyev, branch of the Tyumen State University, Tobolsk, e-mail: yulya72rus1@gmail.com*

This article is devoted to the problem of negative impact on the ecology of technosphere irrational methods of utilization of waste automotive oil filters, in particular, waste oils used in them. This is especially true of sites mining, industrial, auto repair and transportation companies. Prevention of pollution of the natural environment of the products which are in the fulfilled automobile oil-one of difficult and multifaceted problems of environmental protection. However, nowadays in Russia installation or a plant for recycling or regeneration of waste oil in compliance with the rules of environmental law are virtually absent. Therefore, in order to reduce the damage caused to the environment by a huge amount of used automotive oils, it is necessary to constantly search for new promising and environmentally friendly recycling technologies, one of which is the method of oil regeneration.

**Keywords:** car filters, used oil, recovery, regeneration

Отходы транспорта являются одним из основных источников антропогенного загрязнения окружающей среды. Так, в ходе эксплуатации автотранспорта возникает большое количество выходящих из строя и отработанных деталей и материалов, требующих оптимальной их переработки утилизации. И, в частности, рассматриваемые в данной работе автомобильные фильтры при выходе из строя или при выработке своего ресурса также представляют собой опасность для окружающей среды, и потому проблема их утилизации настоящее время является очень актуальной [2].

Практически треть от общего образования отходов фильтров занимают фильтры очистки топлива и масла автотранспортных средств, фильтры воздушные автотранспортных средств. Более половины (60%) от общего количества продаваемых автомобильных фильтров приходится именно на масляные.

Масляный фильтр является расходным материалом к автомобилям и требует периодической замены. По статистике – каждый автомобиль, как минимум два раза в год, производит замену масляного фильтра. К примеру, на 700 тыс. машин, прибегнув к несложным расчетам, получаем полторы тысячи тонн отработанного материала в год, причем 700 т это отработанное масло, которое относится к опасным отходам и согласно методике определения класса опасности отходов СП 2.1.7.1386–03 относятся к 3 классу опасности. Это говорит о том, что отработанные фильтры требуют специальной системы сбора, транспортировки и утилизации [3]. Одной из главных экологических проблем на территории РФ остается неорганизованный сбор и практическое отсутствие утилизации отработанных автомобильных масляных фильтров. В связи с отсутствием в большинстве городов пунктов сбора и предприятий по утилизации отрабо-

танных фильтров, их, как правило, складывают вместе с отходами металлов или твердыми бытовыми отходами, а чаще их просто выбрасывают. Выбрасывают их не только автолюбители, самостоятельно обслуживающие свои автомобили, но и автосервисные и автотранспортные предприятия [1].

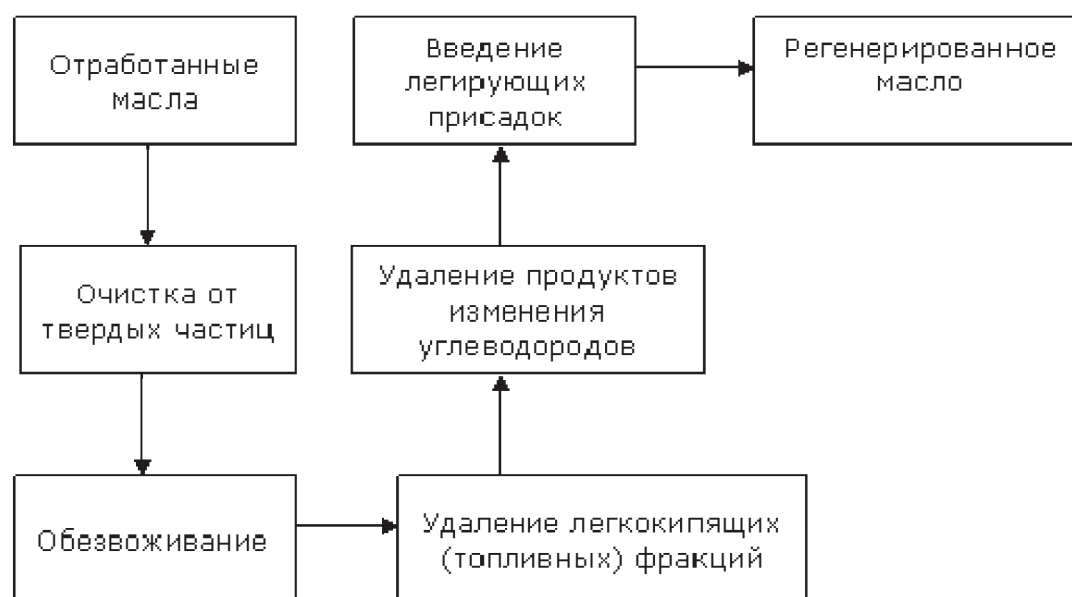
Среди методов утилизации масляных фильтров, используемых в различных странах, можно выделить главные: термический (с помощью которого утилизируется 90 % отработанных автомобильных фильтров в России) и дробление или разборка фильтра с разделением на фракции с последующей их утилизацией [4].

Проблематичность переработки масляных фильтров заключается в сложности их морфологического состава и поэтому для эффективной и экологически безопасной утилизации необходимо разделять

фильтр на отдельные фракции. С помощью данного способа утилизации мы можем повторно использовать металл без потерь его металлических свойств. Также повторному использованию подлежит отработанное автомобильное масло в виде печного топлива либо же повторно после регенерации.

В настоящее время наибольшее распространение получают способы регенерации отработанного масла. Обычно для этого используют физические, физико-химические и химические методы.

Обычно современные технологические процессы восстановления качества отработанных нефтяных масел с целью их последующего использования по прямому назначению являются многоступенчатыми и в общем виде включают этапы, представленные на рисунке.



*Стадии процесса регенерации отработанных автомобильных масел*

Увеличение количества автомобильного транспорта нуждается в развитии сферы утилизации как выведенных из эксплуатации автомобилей, так и отдельных его элементов, в том числе всех видов фильтров.

Отдельные этапы процесса регенерации отработанных масел могут исключаться, совмещаться или выполняться в иной последовательности в зависимости от конкретных физико-химических свойств регенерируемого масла и особенностей технологических операций, выбранных для восстановления качества этого масла.

Внедрение комплексного подхода к проблеме утилизации отработанных автомобильных фильтров – весомый вклад в систему эффективного использования ресурсоценных компонентов, входящих в состав отходов, и существенное уменьшение техногенной нагрузки на окружающую среду.

Поиск новых методов обезвреживания и очистки выбросов загрязняющих веществ, образующихся при утилизации отдельных компонентов отработанных фильтров, требует постоянного совершенствования за счет разработки новых систем и методов очистки, и использование современных фильтровальных материалов.

Стоит также отметить, что одним из возможных вариантов утилизации отходов является использование замкнутого цикла производства (утилизирует тот, кто производит). Для решения этой задачи необходимо стимулирование промышленных предприятий и внедрение соответствующих технологий использования отходов в своем технологическом процессе. Таким образом, в современных условиях переработка отходов на специализированных предприятиях считается наиболее перспективным, логичным и доступным способом утилизации.

#### Список литературы

1. Безопасное обращение с отходами: Сборник нормативно-методических документов / Под ред. И.А. Копайсова. – СПб.: РЭЦ «Петрохимтехнология», «Интеграл», «Тема», 1999. – 448 с.
2. Иванова Ю.Д., Денисова А.А., Назырова Р.Б. Проблемы и перспективы развития технологии утилизации автомобильных фильтров в России // Всероссийский форум научной молодежи «Богатство России»: сборник докладов / Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – С. 262–263.
3. Санитарные правила СП 2.1.7.1386–03. Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления. – URL: <http://www.docload.ru/Basesdoc/39/39761/index.htm> (дата обращения 12.11.2017).
4. Gaidajis G. Analysis of the recycling potential of used automotive oil filters using the Life Cycle Assessment approach // Resources, Conservation and Recycling Volume 55, Issue 11, September 2011, P. 986–994.

УДК 504.064:504.53

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

**Семенова М.В.***Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева, филиал ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», Тобольск, e-mail: smv0\_0@mail.ru*

В статье приведены данные оценки экологического состояния почвы. Сделаны почвенные вытяжки на основе кислоты, соли и воды. С помощью спектрофотометра установлены количественные концентрации загрязняющих и минеральных веществ. Исследование компонентов почвенных вытяжек проводилось на спектрофотометре HACH LANGE DR2800. Подобрано растение-индикатор для проведения методики биоиндикации. В чашки Петри заложили семена растения-индикатора – кресс-салата. Результаты исследования почвенных вытяжек на спектрофотометре и биоиндикации сведены в общую таблицу. Дано объяснения полученным, в ходе исследования, результатам. Ярko видна зависимость некоторых компонентов почвы от состава бензина на автозаправочных станциях. Именно этот фактор служит основой ужесточения к требованиям производства автомобильных топлив. Необходимо вводить комплексную оценку влияния транспорта. Устанавливать соответствие не только технических и экологических требований к производству топлива и транспорта, но и оценивать влияние данных показателей на атмосферу, почву и водные объекты.

**Ключевые слова:** экологическое состояние почвы, влияние загрязняющих веществ на рост и развитие растений, биоиндикация кресс-салата, химический анализ на спектрофотометре, оценка влияния загрязнений на флору

## ECOLOGICAL CONDITION OF THE SOIL AND HIS INFLUENCE ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS

**Semenova M.V.***Tobolsk pedagogical unstitute. D.I. Mendeleev, branch of Tyumen State University, Tobolsk, e-mail: smv0\_0@mail.ru*

These estimates of an ecological condition of the soil are given in article. Soil extracts on the basis of acid, salt and water are made. By means of a spectrophotometer the quantitative concentration of the polluting and mineral substances are established. The research of components of soil extracts was conducted on a spectrophotometer of HACH LANGE DR2800. The plant indicator for carrying out a technique of bioindication is picked up. In Petri dishes put plant indicator seeds – a garden cress. Results of a study of soil extracts on a spectrophotometer and bioindication are reduced in the common table. It is given explanations received, during the research, to results. The composition of gasoline at gas stations is brightly visible. This factor forms the basis for the requirements of the production of automobile fuels. It is necessary to enter the complex assessment of influence of transport. To establish compliance not only performance and environmental specification to the production of fuel and transport, but also to the assessment of these indexes on the atmosphere, the soil and water objects.

**Keywords:** an ecological condition of the soil, influence of pollutants on body height and development of plants, bioindication of a garden cress, a chemical analysis on a spectrophotometer, an assessment of influence of pollution on flora

В настоящее время, в связи с общей картиной ухудшения экологической ситуации, рассматриваемая проблема требует обширного и комплексного внимания. Промышленная отрасль выбрасывает в биосферу большие объемы загрязняющих веществ, которые затем проникают в почву. При этом почва может загрязняться как непосредственно, так и косвенно, путем осаждения загрязняющих веществ находящихся в атмосферном воздухе или водной среде.

Помимо промышленности большое влияние на состояние почвы оказывают влияние выхлопы и загрязнения от автотранспорта. В случае промышленного производства ведется постоянный мониторинг антропогенного воздействия, в то время как вклад автотранспорта в долю всех загряз-

нений почвенного покрова контролируется слабо.

По данным Росстата в 2001 году, суммарно в атмосферу было выброшено 33291 тысячи тонн загрязняющих веществ. Из них на стационарные источники приходится 19124 тысячи тонн, а на передвижные 14168 тысячи тонн [2]. Приведенные данные свидетельствуют о том, что экологические требования к транспортным средствам, качеству топлив, выбросам от транспорта должны находиться в поле внимания экологических ведомств, регулироваться и контролироваться. Соответствующие меры уже приняты и принимаются. Например, повышение стандартов ЕВРО для топлив и транспорта. Однако это не поменяло кардинально общую экологическую ситуацию:

количество выбросов загрязняющих атмосферу веществ от автотранспорта в 2015 составило 13973 тысячи тонн [2].

Целью проведенного исследования было изучение экологического состояния почв и выявление его влияния на рост и развитие растений. При этом основной задачей было выяснение вклада автотранспорта и топлив в загрязнение почв. В ранее опубликованной работе «Сравнительный анализ физико-химических показателей проб бензина различных фирм-производителей» [4] представлен анализ автомобильных топлив двух АЗС – ПАО «Газпромнефть» и ПАО «Лукойл». Результаты исследования качества бензина отражены в табл. 1.

для оценки окружающей среды на примере прорастания растений. Подбор растения-индикатора для определения специфики влияния загрязнения окружающей среды дает возможность более точно определить антропогенное влияние на чувствительных растениях [3]. В методике так же используется почвенная вытяжка в пропорции 1 часть почвы к 3 частям воды. В чашки Петри на дно кладется предварительно обернутое фильтровальной бумагой предметное стекло. На предметное стекло раскладываются 60 семян, и заливаются 10 мл почвенной вытяжки.

Результаты проведенного исследования представлены в табл. 2. В таблице приведе-

**Таблица 1**

Сравнительный анализ полученных данных

| Показатель                                                                    | «Газпромнефть» |       | «Лукойл» |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------|-------|
|                                                                               | АИ-92          | АИ-95 | АИ-92    | АИ-95 |
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>                                                  | 734            | 750   | 729      | 731   |
| Октановое число (исследовательский метод)                                     | 95,8           | 96,5  | 92,6     | 93,9  |
| Октановое число (моторный метод)                                              | 89,3           | 90,0  | 87,2     | 87,9  |
| Содержание марганца, мг/л                                                     | 0,390          | 0,268 | 0,514    | 0,568 |
| Содержание азота, мг/л                                                        | 5              | 1     | 7        | 6     |
| Содержание формальдегида, мг/л                                                | 0,371          | 0,140 | 0,450    | 0,457 |
| Содержание фенола, мг/л                                                       | 0,008          | 0,002 | 0,012    | 0,012 |
| Содержание серы, мг/л (содержание серы не должно превышать 10 мг/л по Евро-5) | 2              | 1     | 3        | 4     |

Исследованию подверглись почвы трех АЗС (две из них ПАО «Газпромнефть», одна ПАО «Лукойл»). Для сравнения данных была выбрана контрольная точка на дачной территории.

Для определения химического состава почв готовят почвенные вытяжки с необходимым растворителем [1]. Растворитель из 1М HNO<sub>3</sub> позволяет определить Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Co<sup>3+</sup>, Cd<sup>2+</sup>. В растворителе из 1М HCl определяется Pb<sup>2+</sup>. На основе водного растворителя определяются: N<sub>2</sub><sup>0</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Почвенная вытяжка готовится из соотношения 1г почвы к 10 мл растворителя. Далее смесь перемешивается в течение 5 минут и отстаивается сутки и фильтруется. Подбирается методика в программном обеспечении спектрофотометра индивидуально для каждого из перечисленных веществ.

Параллельно вышеуказанному методу химического анализа почв проводился метод биоиндикации. Этот метод служит

ны наиболее важные параметры для оценки влияния экологического состояния почв на рост и развитие растений примере кресс-салата.

Как следует из данных таблицы, максимальное количество свинца наблюдается у контрольного образца – дачный участок в п.Сумкино. Хотя эти почвы богаты другими элементами, необходимыми для роста и развития растений, наличие свинца нарушает процесс фотосинтеза. Накопление свинца в данном почвенном образце обусловлено расположением точки сбора почвы в частном кооперативе, где множество домов с печным отоплением и близким расположением к проезжей части. Чаще всего, собственники используют для розжига печей печатные издания различных видов. При их производстве используют краски с содержанием тяжелых металлов. Таким образом, при сжигании частицы тяжелых металлов осаждаются на поверхности почвы.

Таблица 2

Параметры для оценки влияния экологического состояния почв на рост и развитие растений

| Показатель                              | Контрольная точка (дачный участок в п.Сумкино) | АЗС ПАО «Газпромнефть» (поворот на Сумкино) | АЗС ПАО «Газпромнефть» (котельная) | АЗС ПАО «Лукойл» (Пост ГАИ) |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Pb <sup>2+</sup> , мг/л                 | 0,012                                          | 0,011                                       | 0,011                              | 0,008                       |
| Cd <sup>2+</sup> , мг/л                 | 0,0072                                         | 0,0066                                      | 0,011                              | 0,0078                      |
| Cu <sup>2+</sup> , мг/л                 | 0,21                                           | 0,18                                        | 0,34                               | 0,24                        |
| Zn <sup>2+</sup> , мг/л                 | 0,04                                           | 0,04                                        | 0,08                               | 0,07                        |
| Ni <sup>2+</sup> , мг/л                 | 0,192                                          | 0,152                                       | 0,244                              | 0,175                       |
| Co <sup>2+</sup> , мг/л                 | 0,04                                           | 0,04                                        | 0,09                               | 0,06                        |
| N <sub>2</sub> <sup>0</sup> , мг/л      | 7,54                                           | 35,7                                        | 27,9                               | 2,24                        |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л     | 2,74                                           | 3,22                                        | 3,91                               | 0,71                        |
| K <sup>+</sup> , мг/л                   | 3,2                                            | 13                                          | 8,8                                | 4,2                         |
| Mn <sup>2+</sup> , мг/л                 | 7,51                                           | 11,1                                        | 13,3                               | 1,99                        |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л     | 50,4                                           | 6,7                                         | 8,2                                | 9,6                         |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л    | 47                                             | 71                                          | 81                                 | 12                          |
| pH солевой вытяжки                      | 5,6                                            | 4,9                                         | 4,8                                | 5,2                         |
| Средняя длина надземной части, в см и % | 4,66 (100)                                     | 4,30 (92)                                   | 4,08 (87)                          | 4,42 (94)                   |
| Средняя длина подземной части, в см и % | 4,55 (100)                                     | 4,59 (101)                                  | 5,77 (126)                         | 5,60 (123)                  |
| Количество проросших семян из 60 шт.    | 49                                             | 49                                          | 52                                 | 50                          |

Кобальт способствует развитию клубеньковых бактерий в корнях. У образцов почв № 3 – АЗС ПАО «Газпромнефть» (котельная) и №4 – АЗС ПАО «Лукойл» (пост ГАИ) средняя длина корневой части больше средней длины контрольного образца. Так же, этот параметр отражается на надземной части растения в виде слабого роста.

По водородному показателю (рН) видно, что самой близкой к нейтральной среде оказалась почва с образца №1 – дачный участок в п.Сумкино. Нейтральная среда является более благоприятной для биосообществ. Не смотря на высокое содержание NO<sub>3</sub><sup>-</sup> в данном образце, общее развитие растения было низким по показателю средней длины подземной части и всходах семян. На подземную часть могло повлиять повышенное содержание кадмия и свинца. Эти вещества угнетают развитие корневой системы.

Многие показатели почвенных образцов №2 – АЗС ПАО «Газпромнефть» (поворот на п.Сумкино) и №3 АЗС ПАО «Газпромнефть» (котельная) схожи. В первую очередь это обусловлено содержанием одинаковых

присадок в производстве топлив для автотранспорта, содержащихся на данных АЗС.

Можно сделать вывод, что антропогенное влияние сказалось и на контрольном образце, хотя этот участок более всего подходит для роста и развития флоры.

При комплексной оценке выяснилось, что загрязнения почв могут оказывать на рост и развитие растений как отрицательное, так и положительное влияние. На примере образца №4 – АЗС ПАО «Лукойл» (пост ГАИ) видно, что почва, являясь загрязненной выхлопными газами автотранспорта, дала показатели выше средних при проращивании кресс-салата. Низкое содержание химических элементов обусловлено тем, что АЗС находится за городом и мимо поста ГАИ автотранспорт проезжает без сильных нагрузок на двигатель внутреннего сгорания.

Таким образом, анализа качества бензина проводимого непосредственно АЗС недостаточно. Необходимо проводить комплексную оценку. Выявлять не только технические характеристики производимого



топлива, но и влияние продуктов сгорания и их концентраций на флору, фауну и круговороты веществ.

В центрах мегаполиса и вблизи крупных транспортных развязок необходимо внедрять глобальные методы очистки воздуха. Именно таким способом можно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Подобные методы начали применять в Китае, в центре крупного города установили гигантский воздухоочиститель.

#### Список литературы

1. Йонко О.А. Химический анализ почв: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / О.А. Йонко,

В.А. Королев, Л.Д. Стахурлова. – Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2010. – С. 59.

2. Окружающая среда: Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/environment/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/) Дата обращения 8.01.2018.

3. Плеханов, Г.Ф. Биоиндикационный метод оценки антропогенного загрязнения территории / Г.Ф. Плеханов, Н.Г. Дмитриева, Н.В. Паршина // Охрана природы: Сб. статей. – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – С. 91–98.

4. Семенова М.В. Сравнительный анализ физико-химических показателей проб бензина различных фирм-производителей // MENDELEEV. New Generation: Сб. ст. по материалам XLVII Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тобольск: ТПИ (филиал) ТюмГУ, 2016. – 81–83 с.

УДК 546.72(571.12)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА В ВОДАХ  
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ ТИТРОВАНИЯ****Скородед О.А., Ерофеева А.А., Шпиякин Д.В.***Тобольский педагогический институт им. Д.И. Менделеева,  
филиал Тюменского государственного университета, Тобольск,  
e-mail: skoroded.olga@yandex.ru*

В данной статье рассмотрены основные причины повышенного содержания железа, а также формы его существования в природных водах Тюменской области. Изучены негативные последствия длительного воздействия избыточного количества железа на организм человека. Приведены результаты анализа пробы питьевой воды. Анализ был проведен методом титрования с целью определения содержания ионов железа и их количественного содержания. По результатам количественного анализа был сделан вывод, что проблема загрязнения источников централизованного водоснабжения и обеспечение населения качественной питьевой водой является актуальной в г. Тобольске и Тюменской области в целом. Население области вынуждено употреблять воду, несоответствующую санитарно-эпидемиологическим требованиям и способную нанести значительный вред здоровью, а также бытовой и промышленной технике.

**Ключевые слова:** природные воды, железо, титрование**DETERMINATION OF THE CONTENT OF IRON IONS IN THE WATERS  
OF THE TYUMEN REGION BY TITRATION****Skorodeid O.A., Yerofeyev A.A., Speakin D.V.***Tobolsk Pedagogical Institute named after D.I. Mendeleyev, branch of the Tyumen State University,  
Tobolsk, e-mail: skoroded.olga@yandex.ru*

In this article, the main causes of the increased iron content, as well as the forms of its existence in natural waters of the Tyumen region, are considered. The negative effects of prolonged exposure to excess iron on the human body have been studied. The results of the analysis of the drinking water sample are presented. The analysis was carried out by titration with the aim of determining the content of iron ions and their quantitative content. According to the results of the quantitative analysis, it was concluded that the problem of pollution of the sources of centralized water supply and providing the population with quality drinking water is actual in the city of Tobolsk and the Tyumen region as a whole. The population of the region is forced to use water that does not meet the sanitary and epidemiological requirements and can cause significant harm to health, as well as household and industrial equipment.

**Keywords:** natural waters, iron, titration

Региональной особенностью состава вод Тюменской области является повышенное содержание железа. Ограничение на содержание железа в питьевой воде введено в Сан-ПиН и по органолептическим признакам имеет ПДК равным 0,3 мг/л. На большинстве территории региона зарегистрированы высокие концентрации железа в питьевой воде (от 0,32 до 2,38 мг/л), в наиболее неблагоприятном положении находится северо-восточный район области. Повышенное содержание железа в водах Тюменской области отмечается на протяжении всего года, максимальная концентрация регистрировалась в зимний период и составляла 3,0 мг/л, что превышало ПДК в 10 раз, а в осенний период обнаруживалось до 5ПДК, что соответствовало годовому минимуму [1].

Вода, в которой железо содержится в концентрациях 1,0–1,5 мг/л и более, имеет желтовато-бурую окраску, повышенную мутность, выраженный привкус железа,

поэтому является непригодной для питья. Но даже в менее низких концентрациях железо может причинить значительный вред бытовой и промышленной технике. Так уже при содержании общего железа 0,5 мг/л начинается интенсивное образование рыхлого шлама из хлопьевидных осадков в системах водоснабжения. Употребление воды с избыточным содержанием железа приводит к неблагоприятному воздействию на кожу, влияет на морфологический состав крови и может являться причиной возникновения аллергических реакций. При длительной перегрузке организма железом происходит его отложение в тканях, которое носит очаговый или генерализованный характер (гемосидероз). Если общее содержание железа в организме превышает 15 г, то поражаются внутренние органы. Такое состояние называется гемохроматозом [2]. Именно поэтому проблема загрязнения источников центра-

лизованного водоснабжения и обеспечение населения качественной питьевой водой на данный момент является одной из наиболее сложных современных проблем.

Главным источником железа в поверхностных водах являются процессы выветривания горных пород. К числу пород, подверженных процессам выветривания, относятся песчано-гравийные и глинистые материалы, содержащие большое количество железистых соединений. Для определения наиболее рационального метода удаления железа, необходимо выявить формы его существования в природных водах [3].

Железо в природных водах может находиться в виде двух- и трехвалентных ионов, коллоидов органического и неорганического происхождения, таких как  $[\text{Fe}(\text{OH})]_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $[\text{Fe}(\text{OH})]_2$ , комплексных соединений с гуматами и фульвокислотами, а также в виде тонкодисперсной взвеси.

Итак, в природных водах встречается несколько форм железа, к каждой из которых необходимо применять свою специфическую очистки:

Элементарное железо ( $\text{Fe}^0$ ). Нерастворимо в воде, в присутствии кислорода воздуха или влаги окисляется до  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , образуя ржавчину.

Железо двухвалентное ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Преимущественно встречается там, где нет кислорода воздуха и довольно высокое содержание углекислоты, т.е. главным образом в подземных водах. Его соединения хорошо растворимы. При окислении выпадает в красно-бурый осадок.

Гидроксид железа (III). При нейтральном pH и выше не растворяется в воде, может находиться как в коллоидном состоянии, так и выпадать в осадок красно-бурого цвета.

Хлорид железа ( $\text{FeCl}_3$ ), сульфат железа ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) – соли железа III, хорошо растворимы в воде [4].

Органическое железо. Наибольшую роль в образовании органического железа играют гумусовые вещества, образуя с ним сложные комплексы и коллоидные структуры. Очистка от коллоидного железа является наиболее трудной задачей из всех прочих.

Определение ионов железа (III) методом титрования основано на взаимодействии их с  $\text{SCN}^-$ , сопровождающимся образованием железороданидных комплексов, окрашивающих раствор в кроваво-красный цвет, тем более интенсивный, чем больше  $\text{Fe}^{3+}$  со-

держалось в растворе. К недостаткам этого метода относится то, что в зависимости от содержания  $\text{SCN}^-$  в растворе состав комплексов может быть различным.

Эта реакция весьма чувствительна и позволяет определить железо при содержании его в растворе  $10^{-7}$  г/мл.

Нами в лабораторных условиях был проведен количественный анализ пробы питьевой воды на содержание ионов железа. Проба была взята по адресу: г. Тобольск мкр. Левобережье.

В коническую колбу поместили 100 мл исследуемой пробы воды, прибавили 2 мл концентрированной соляной кислоты, 2 мл роданида калия, 1 г персульфата аммония и тщательно взболтали. В ходе реакции наблюдалось изменение цвета раствора на красный.

В другой такой же колбе был приготовлен контрольный раствор. Для этого в колбу налили 100 мл дистиллированной воды, прибавили 2 мл концентрированной соляной кислоты, 2 мл роданида калия, 1 г персульфата аммония и также тщательно взболтали. Изменение окраски раствора не наблюдалось, вследствие отсутствия в нем ионов железа.

К контрольному раствору, содержащему все употребляемые реактивы, но не содержащему железа, добавили из микробюретки по каплям, при энергичном помешивании, стандартный раствор ионов железа. Титрование вели до тех пор, пока окраска контрольного раствора не сравнялась с окраской анализируемого раствора. Количество добавленного из микробюретки стандартного раствора ионов железа составило 21 мл [5].

Зная количество добавленного из микробюретки стандартного раствора ионов железа, вычислили содержание ионов железа в анализируемом растворе. Расчет проводили по формуле:

$$C_{\text{Fe}} = \frac{V_T \cdot 0,1 \cdot 1000}{V_1},$$

где  $V_T$  – объем стандартного железа;  $V_1$  – объем исследуемой воды.

$$C_{\text{Fe}} = \frac{21 \cdot 0,1 \cdot 1000}{100} = 21 \text{ мг/л.}$$

Таким образом, по результатам анализа можно сделать вывод, что концентрация железа в исследуемой пробе превышает ПДК в 70 раз. Полученные в результате анализа данные свидетельствуют о том, что проблема загрязнения источников цен-

трализованного водоснабжения и обеспечение населения качественной питьевой водой является актуальной в г. Тобольске и Тюменской области в целом. Население вынуждено употреблять питьевую воду, несоответствующую нормативным требованиям, что может негативно сказаться на состоянии здоровья.

#### Список литературы

1. Biofile [Электронный ресурс]: Качество питьевой воды в Тюменской области. – режим досту-

па: <http://biofile.ru/geo/24031.html> (Дата обращения 01.02.2018).

2. Казьмин В.Д. Йод и железо для вашего здоровья. – Ростов-на-Дону: БАРОпресс, 2005. – 104 с.

3. Клячко В.А. Апелцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971 – 579 с.

4. Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мельдер Х.А. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М.: Высшая школа, 1994. – 336 с.

5. Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Количественный анализ, физико-химические методы анализа. Практикум. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 389 с.

**Секция «Актуальные проблемы компьютерной визуализации»,  
научный руководитель – Абрамова О.Ф.**

УДК 004.94

**РАЗВИТИЕ ТРЁХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АНИМАЦИИ  
В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ BLENDER**

**Агафонкин М.А., Абрамова О.Ф.**

*Волжский политехнический институт, филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет», Волжский, e-mail: mihash-vlz@mail.ru*

Мир компьютерных технологий не стоит на месте и постоянно развивается и улучшается. В том числе компьютерная графика, трёхмерное моделирование и анимации. В наше время улучшения и изменения в программном обеспечении происходят с каждым годом. Трёхмерное моделирование и анимации не исключение. И в следствии с этим была написана эта статья. В ней рассмотрено развитие программного продукта Blender, применяемого для трёхмерного моделирования и анимации. Конкретно рассмотрен релиз новой версии Blend4Web 17.10 для экспорта готовых сцен в веб. Рассмотрены новые функциональные возможности этой версии, такие как: режим отображения Side-By-Side, Cycles-ноды, значительные улучшения редактора нодовой логики. А так же рассмотрены большие и мелкие нововведения в этом релизе.

**Ключевые слова:** создание трёхмерного моделирования и анимации, Blender 3D, разработка компьютерных игр, CG-видеороликов, release Blend4Web

**DEVELOPMENT OF THREE-DIMENSIONAL SIMULATION AND ANIMATIONS IN  
THE BLENDER SOFTWARE**

**Agafonkin M.A., Abramova O.F.**

*Volzhsky Polytechnic Institute, branch of Volgograd State Technical University, Volzhsky,  
e-mail: mihash-vlz@mail.ru*

The world of computer technology does not stand still and is constantly developing and improving. Including computer graphics, three-dimensional modeling and animation. In our time, improvements and changes in software are happening every year. 3D modeling and animation is no exception. And in consequence of this was written this article. It examines the development of the Blender software, used for 3D modeling and animation. Specifically, the release of the new version of Blend4Web 17.10 for exporting ready-made scenes on the web is considered. New functionality of this version is considered, such as: Side-By-Side display mode, Cycles-nodes, significant improvement of the logic editor. And also considered the large and minor innovations in this release.

**Keywords:** creation of three-dimensional modeling and animation, Blender 3D, development of computer games, CG-videos, release Blend4Web

Мир компьютерных технологий не стоит на месте и постоянно развивается и усложняется. В том числе и компьютерная графика, трёхмерное моделирование и анимация. Многие компании вынуждены постоянно обновлять программное обеспечение, из-за того что оно очень быстро устаревают, что зачастую ведёт к большим денежным затратам. В этой статье хотелось бы рассмотреть систему для 3D моделирования Blender – лидера на рынке бесплатного лицензионного ПО для трехмерного моделирования и анимации.

**BLENDER – этапы развития**

Для начала хотелось бы рассказать о самом продукте Blender.

Blender – программный продукт с открытым исходным кодом предназначенный для трёхмерного моделирования, анимации,

рендеринга, композитинга и немного видеомонтажа.

Основные возможности:

- полигональное моделирование, сплайны, NURBS-кривые и поверхности;
- режим лепки (вместо выбора группы вершин, Режим скульптуры автоматически выбирает вершины в зависимости от того, где кисть, и изменяет их);
- система частиц (состоит из большого числа точек вместо граней, рёбер и вершин. Чаще всего применяется при создании «воздушных» эффектов);
- динамика твердых и мягких тел: жидкость, шерсть/волосы и т.д. (позволяет вершинам двигаться основываясь на законах физики, что позволяем им реагировать на ветер и гравитацию);
- скелетная анимация (возможность создать реалистично двигающихся персонажей);

– встроенные механизмы рендеринга и интеграция со сторонними визуализаторами (Программа поддерживает как собственный алгоритм просчета финального изображения, так и сторонние движки, обеспечивающие альтернативные методы анализа сцены);

– редактор видео;

– функции создания игр и приложений (Game Blender Engine).

Основными достоинствами этого программного обеспечения, являются распространение ПО на бесплатной основе (доступность), открытый код, кроссплатформенность (Windows, Linux, Web), широкий функционал. Так же имеется возможность создания игр с помощью встроенного редактора [5].

Из недостатков можно сказать лишь то, что в базовой поставке программного продукта, отсутствует документация по использованию редактора.

Так же следует подчеркнуть один из важных моментов – это экспорт в Веб. Фреймворк WebGL Blend4Web, предоставляет возможность экспорта готовых сцен, в редакторе Blender, для воспроизведения во многих браузерах на текущий момент (Google Chrome, Opera и т.д.), без надобности установки каких-либо расширений [9].

И это только малая часть перечисленных возможностей. Благодаря поддержке пользователей со всего мира, программа успешно развивается и улучшается. Именно открытый код позволяет многим программистам писать плагины для этой программы, с целью улучшения качества выполняемых функций.

#### **Развитие функциональных возможностей BLENDER**

Начиная с ранних версий, Blender уже мог составить конкуренцию нынешним гигантам. В настоящий момент текущая версия редактора Blender – 2.79. И в неё входит большое количество функциональных возможностей. Но разработчики не останавливаются и продолжают развивать этот программный продукт. Например в дальнейшем они планируют внести в программу: рефакторинг графа зависимостей; повышенную гранулярность зависимостей; способность воспроизводить более сложную анимацию в реальном времени; управление используемыми в проекте ресурсами; улучшенное управление линковкой внешних файлов; новые системы физики; более обширное при-

менение возможностей Bullet; возможный переход на OpenGL 3.0; поддержку внешних игровых движков и многое другое.

Недавно был релиз Blend4Web 17.10. В этом фреймворке сконцентрировано внимание на ряде основных нововведений таких, как: подготовка фундамента для значительной модернизации движка в будущем и устранение ошибок в работе движка. Начиная с этой версии, Blend4Web полностью поддерживает режим Side-By-Side и устройства дополненной реальности; включает улучшенные алгоритмы расчета окружающего освещения в Cycles-нодах Diffuse BSDF и Glossy BSDF и значительные улучшения средств визуального программирования [8].

Режим отображения Side by Side может пригодиться в различных ситуациях, прежде всего тогда, когда передача в режиме «настоящего» стереоизображения невозможна. В этом формате кадр делится на две части, с изображением сцены для левого и правого глаза. Например, многие телевизоры с поддержкой 3D позволяют восстанавливать стереоизображение из формата Side-by-Side даже при использовании самых простых кабелей HDMI. Наиболее важно, что такой формат изображения требуется для корректной работы ряда устройств виртуальной и дополненной реальности. Одним из устройств, работающих в таком режиме, являются очки дополненной реальности Epson Moverio BT-300[3].

В течении нескольких последних релизов в дополнение к системе нодовых материалов Internal Render, была реализована возможность использовать ноды рендера Cycles для настройки внешнего вида 3D-моделей. В конечном итоге программа предлагает художникам несколько способов описания материалов, каждый из которых будет иметь свои плюсы и минусы. Так, ноды Internal Render позволяют создавать произвольные материалы и иметь полный контроль над структурой шейдера и получаемым результатом. Cycles-ноды дают возможности художникам быстро публиковать контент без необходимости преобразования материалов[4]. В этой версии была начата подготовка к реализации полноценной PBR-модели описания материалов, для удобной работы пользователей. С учетом скорого выхода Blender 2.8 и рендера EEVEE разработчики остановились на том, что в Blend4Web будет осуществлён не просто metal-roughness PBR, а Диснеевская шейдерная модель и связанная с ней нода Principled



BSDF рендера EEVEE. Это – дело будущего, но в рамках релиза 17.10, разработчики заложили в базу и разработали улучшенный вариант двух нод рендера Cycles – Diffuse BSDF и Glossy BSDF, лежащих в основе будущего убер-шейдера [1].

Также у пользователя есть возможность описать логику приложения, распределив отдельные функции по разным нодовым деревьям (на разных диаграммах). Для этого достаточно указывать правильное дерево при вызове функции.



*Модель фотоаппарата Nikon с применением Cycles-нодов*

В сравнении с реализацией, представленной в 17.06, новая версия более качественно имитирует диффузное и зеркальное отражение с учетом окружающего освещения (environment lighting). Уже текущая реализация эффектов позволяет их использовать для публикации в веб достаточно сложных моделей, выполненных для Cycles.

Так же продолжается развитие средств визуального программирования – редактора нодовой логики. В этом релизе представлен ряд существенных нововведений.

Прежде всего, начиная с этой версии Blend4Web 17.10 позволяет не просто создавать логику пользовательского приложения в виде нодового дерева, но разбивать его на отдельные функции. Такой структурированный подход даёт возможность пользователям писать логику гораздо более компактно [6].

Нода Define Function позволяет задать новую функцию и описать ее входные и выходные параметры. Нода Call Function позволяет вызвать функцию в нужном месте, передав необходимые параметры. У пользователей, которые знакомых с нодой JS Callback, не вызовет никаких вопросов при использовании этих функций [2].

В этой версии разработчики представили нод Switch, позволяющий простым образом организовывать ветвление алгоритма путём последовательной проверки нескольких условий. Больше не потребуется создавать гирлянды из нод Conditional Jump, всё это можно сделать более компактно [7].

Прочие нововведения. Как всегда, с выпуском нового релиза движок включает в себя большое количество мелких и не очень нововведений и изменений. Вот только некоторые из них. Разработчики устранили проблему, беспокоящую пользователей долгое время. Теперь, если у пользователя одновременно запущено несколько копий Blender, то аддон самостоятельно отслеживает то, в какой из них работает сервер Tornado, обслуживающий менеджер проектов. Если случайно эта копия Blender будет закрыта, то этот плагин автоматически перезапустит сервер Tornado, и пользователь сможет продолжить работать с менеджером проектов как будто ничего не произошло.

Начиная с этой версии Blend4Web поддерживает переменные не только скалярных типов, но и объектного.

Для работы с Blend4Web 17.10 рекомендуется использовать Blender 2.79. Это

связано с усовершенствованиями редактора логики и использованием Datablock pointer properties. При использовании аддона с предыдущими версиями Blender это может вызывать некоторые проблемы совместимости.

### Вывод

Подводя итоги можно сказать, что программный продукт Blender идеально подходит для создания проектов трёхмерного моделирования и анимации как для новичков, так и для специалистов в этой области. Благодаря распространению ПО на бесплатной основе, многие желающие могут писать собственные плагины и аддоны для упрощения работы в этом редакторе. Разработчики постоянно развивают этот программный продукт и с каждым новым релизом вносят новые функции, исправляют ошибки и многое другое. Blender смело можно приравнивать к гигантам на мировом рынке.

### Список литературы

1. Абрамова О.Ф. Исследование методов текстурирования ландшафта со сложным рельефом [Электронный ресурс] / О.Ф. Абрамова, А.В. Книжко // NovaInfo.Ru: электрон. журнал. – 2016. – № 55, ч. 3. – С. 34–42. – Режим доступа: <http://novainfo.ru/pdf/055-3.pdf>.
2. Абрамова О.Ф. Обзор алгоритмов масштабирования растровой графики [Электронный ресурс] / О.Ф. Абрамова, А.Е. Иванов, А.Н. Инкин // European Student Scientific Journal: электрон. науч. журнал / PAE. – 2016. – № 2. – Режим доступа: <http://sjes.esrae.ru/ru/article/view?id=371>.
3. Кузьмин Д.А. Объекты с переменной прозрачностью [Электронный ресурс] / Д.А. Кузьмин, О.Ф. Абрамова // Современная техника и технологии: электрон. журнал. – 2016. – № 1. – Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2016/01/9172>.
4. Абрамова О.Ф. К вопросу о повышении эффективности функционирования тренажёрно-обучающих систем / О.Ф. Абрамова, М.Л. Цыганкова // Открытое и дистанционное образование. – 2014. – № 4. – С. 34–39.
5. Котов В. К вопросу об импорте 3D моделей в программы с использованием графической библиотеки OpenGL [Электронный ресурс] / В. Котов, О.Ф. Абрамова // Современная техника и технологии. – 2014. – № 1. – С. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2014/01/2965>.
6. Абрамова О.Ф. CASE-технологии: изучать или исключить? / О.Ф. Абрамова // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2012. – № 9. – С. 109–110.
7. Красильникова А.Н. Информационные технологии в градостроении / А.Н. Красильникова, В.О. Александрова, О.Ф. Абрамова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 32.
8. Абрамова О.Ф. Использование мультимедийных технологий в процессе обучения дисциплине «Компьютерная графика» / О.Ф. Абрамова, С.В. Белова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 3. – С. 90.
9. Прахов А. Самоучитель Blender 2.6 / А. Прахов // Blender Basic 2.6: Руководство пользователя, 2013. – С. 11.

УДК 004.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Грек А.А., Абрамова О.Ф.

*Волжский политехнический институт, филиал ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, e-mail: 034\_ru@mail.ru*

Моделирование технических объектов и систем достаточно важный процесс в современных реалиях. Он проводится для того, чтобы определить свойства и характеристики проектируемых систем еще до их изготовления, что скорректировать их структуру и параметры на начальных этапах разработки. Это позволяет получить проект работоспособной системы, которую не придется существенно дорабатывать тогда, когда она будет изготовлена. Такой подход существенно снижает себестоимость разработки, а так же временные и трудозатраты. В данной работе рассмотрена программная среда Visual Simulator, предназначенная для визуализации расчетов и моделирования технологических процессов. Данная система предоставляет инструментарий для построения графиков, схем и диаграмм. Для более полного анализа в работе приведены пример использования данной системы на различных этапах процесса каландрования шин.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, визуализация, технологический процесс, Visual Simulator

## RESEARCH OF SOFTWARE FOR VISUALIZATION OF CONDUCTING OF TECHNOLOGICAL CALCULATIONS

Грек А.А., Abramova O.F.

*Volzhskiy Polytechnical Institute, branch of the Volgograd State Technical University, Volzhskiy, e-mail: 034\_ru@mail.ru*

Modeling of technical objects and systems is an important process in modern realities. It is held in order to determine the properties and characteristics of designed systems before their production, to adjust their structure and parameters in the initial stages of development. It allows you to draft a workable system, which will not be significantly refined when it is made. This approach significantly reduces the cost of development, and time and labor. In this paper, the software environment is Visual Simulator specifically designed for the visualization of calculations and simulations of technological processes. This system provides tools for constructing graphs, charts and diagrams. For a more complete analysis the paper presents an example of using this system at different stages of the process of calendaring tire.

**Keywords:** software, visualization, process, Visual Simulator

Понятие «модель» весьма широкое и многозначное. Можно утверждать, что человек, часто не думая об этом, в жизни все время создает и использует всевозможные модели: окружающего пространства, поведения других людей, физических и технических объектов и т.д., с тем, чтобы получить практическую пользу. Можно сказать, что отображение реальности сознанием человека является в той или иной степени моделированием. Например, переходя дорогу, мы моделируем движение приближающейся машины, чтобы предсказать, успеем ли безопасно перейти, и выбрать правильное решение [1].

Моделирование технических объектов и систем проводится для того, чтобы определить свойства и характеристики проектируемых систем еще до их изготовления и при необходимости скорректировать, уточнить их структуру и параметры. Это позволяет получить проект работоспособной системы, которую не придется существенно

дорабатывать тогда, когда она будет изготовлена. Таким образом, моделирование сокращает и удешевляет процесс проектирования и реализации систем и объектов.

Кроме того, на модели системы можно проверить ее поведение в таких условиях и режимах, для которых система не предназначена, с тем, чтобы знать, как она себя поведет и к каким последствиям это приведет. Вероятно, что такие эксперименты на реальной системе могут быть не только дороги, но и очень небезопасны, в то время как моделирование позволяет получить нужную информацию о процессе или системе без лишних затрат и, главное, без негативных последствий [4].

Процесс визуального моделирования можно рассмотреть на программе VisSim/ Программа VisSim предназначена для построения, исследования и оптимизации виртуальных моделей физических и технических объектов, в том числе и систем управления. VisSim это аббревиатура вы-

ражения Visual Simulator – визуальная, воспринимаемая зрением, среда и средство моделирования [2, 3].

Программа предоставляет человеку развитый графический интерфейс, используя который, исследователь создает модель из виртуальных элементов с некоторой степенью условности так же, как если бы он строил реальную систему из настоящих элементов. Это позволяет создавать, а затем исследовать и оптимизировать модели систем широкого диапазона сложности.

#### Исследование системы автоматического управления

В программе VisSim построим визуальную модель. Примером будет служить устройство по каландрованию шин. Рассматривается процесс регулирования температуры в каландре. В программном средстве VisSim произведено исследование системы автоматического управления. Рассматривается работа системы автоматического управления процесса каландрования. На вход системы (рис. 1) подается задающий сигнал в виде единичного ступенчатого воздействия. Этот сигнал, пройдя через всю систему, подается по отрицательной обратной связи на регулируемую часть контроллера. Выходной сигнал регулирующей части контроллера подается на объект управления (исполнительный механизм). Таким образом, регулируется температура в каландре.

На графике (рис. 2) изображен переходный процесс системы в целом, то есть, изображена реакция системы на управляющий сигнал, поданный на вход системы, в виде единичного ступенчатого воздействия.

Система автоматического регулирования представляет собой замкнутую цепь, состоящую из объекта, измерительного преобразователя, регулирующего устройства и исполнительного механизма. Возмущающее воздействие приводит к отклонению регулируемой технологической величины – температуры поверхности валков каландра от заданного значения.

Информация об изменении регулируемой величины воспринимается измерительным преобразователем системы и передается на регулирующее устройство (исполнительный механизм).

Последнее сравнивает текущее значение регулируемой величины с данными и в зависимости от знака и величины рассогласования по заранее заложенному закону регулирования вырабатывает регулирующее воздействие, которое через исполнительный механизм направляется на объект управления и приводит к ликвидации этого рассогласования [6].

Снятие временных характеристик проводили на реальном объекте. Все измерительные преобразователи и исполнительные устройства отнесены к объекту. Быстродействие всех элементов используемой аппара-

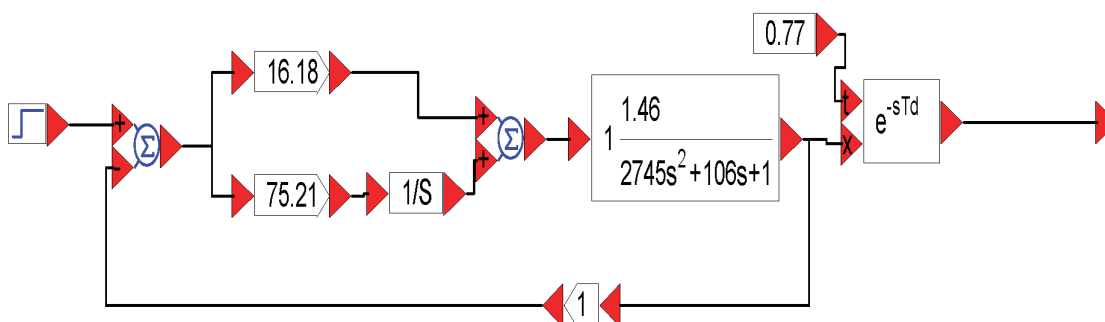


Рис. 1. Структурная схема модели системы управления

туры в целом значительно превышает быстроедействие объекта. Далее все процессы рассчитывались и визуализировались в виде различных графиков в среде VisSim [3, 7].

Кроме того, в работе был произведен расчет параметров ПИ-регулятора, проведено моделирование системы управления в программном средстве VisSim.

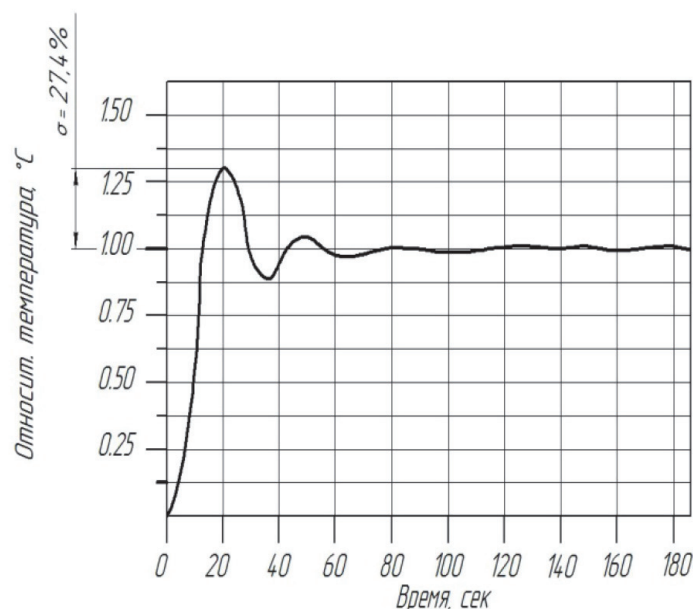


Рис. 2. Переходный процесс системы автоматического управления процессом каландрования при управляющем воздействии

Переходный процесс в системе протекает с небольшим перерегулированием  $\sigma=17,4\%$  и заканчивается по времени на отметке 175 секунд. Так как перерегулирование незначительное и время переходного процесса небольшое, следовательно, передаточная функция объекта управления и параметры настроек алгоритма ПИ-регулятора оптимальны.

Вывод: был подобран ПИ-регулятор с настройками, рассчитанными с помощью критерия устойчивости Найквиста-Михайлова. Процесс подбора был выполнен с помощью средств программной системы Visual Simulator, предназначенной для построения, исследования и оптимизации виртуальных моделей физических и технических объектов, в том числе и систем управления.

### Заключение

Внедрение новых средств автоматизации визуального моделирования позволяет повысить качество ведения технологического процесса, уровень автоматизации производства, в результате чего предлагается повышение качества выпускаемой продукции, улучшение условий работы обслуживающего персонала, повышение безопасности процесса.

### Список литературы

1. Александрина А.Ю. Разработка специализированных программных продуктов как форма научно-исследовательской работы студентов направления «Химическая технология» / А.Ю. Александрина, В.Ф. Каблов, О.Ф. Абрамова // Вестник Российского ун-та дружбы народов. Серия «Информатизация образования». – 2015. – № 4. – С. 59–66.
2. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. – 608 с.
3. Дьяконов В.П. VisSim + MathCAD + Matlab. Визуальное математическое моделирование / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН – Пресс, 2004. – 384 с.
4. Абрамова О.Ф. Анализ методов организации и проведения внеучебных конкурсных мероприятий в дистанционном формате / О.Ф. Абрамова, А.Ю. Александрина // Открытое и дистанционное образование. – 2017. – № 2 (66). – С. 14–25.
5. Васильев С.С. Исследование и анализ проблем в области автоматизации бизнес-процессов отдела снабжения [Электронный ресурс] / С.С. Васильев, О.Ф. Абрамова, А.С. Адамов // Форум молодых учёных : электрон. науч. журнал. – 2017. – № 5 (9). – 14 с. – Режим доступа: [http://forum-nauka.ru/\\_5\\_9\\_may\\_2017/](http://forum-nauka.ru/_5_9_may_2017/).
6. Буньковский Д.В. Методика оценки потенциала возникновения и развития производственного предпринимательства в нефтепереработке и нефтехимии / Д.В. Буньковский // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – №4. – С. 128–132.
7. Буньковский Д.В. Прогнозирование эффекта от взаимодействия крупного и малого предпринимательства в нефтепереработке и нефтехимии / Д.В. Буньковский // Современная экономика: проблемы и решения. – 2013. – № 9 (45). – С. 126–132.



*Секция «Актуальные проблемы современной науки и общества»,  
научный руководитель – Прокутина Е.В., канд. филол. наук, доцент*

УДК 629.331

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ**

**Гладков И.Н., Смирнова Ю.К.**

*Тобольский индустриальный институт, филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тобольск, e-mail: poulia@yandex.ru*

В статье рассмотрена проблема экологического состояния окружающей природной среды транспортно-дорожного комплекса, поскольку автомобильные трассы являются одним из источников образования пыли в приземном воздушном слое, содержащей токсичные вещества: оксиды углерода, оксида азота и серы, несгоревшие углеводороды, а также твердые частицы сажи и соединения тяжелых металлов. Дана краткая характеристика загрязняющих компонентов. Исследован качественный и количественный состав дорожной пыли, автотрассы в районе г. Тобольска. А также предложен проект устройства собирающего дорожную пыль для модернизации легкового автомобиля. Приведены аэродинамические характеристики легкового автомобиля, с целью технического обоснования расположения разработанного устройства. Внедрение разработанного устройства в автомобили привело бы к уменьшению содержания вредных и канцерогенных веществ в дорожной пыли. И как следствие качественное улучшение экологической составляющей окружающей среды.

**Ключевые слова:** экология, автомобильный транспорт, дорожная пыль

## **ECOLOGICAL MODERNIZATION OF THE CAR**

**Gladkov I.N., Smirnova Y.K.**

*Tobolsk industrial Institute, branch of Tyumen industrial University, Tobolsk, e-mail: poulia@yandex.ru*

The article deals with the problem of the environmental state of the natural environment of the transport and road complex, since highways are one of the sources of dust in the surface air layer containing toxic substances: carbon oxides, nitric oxide and sulfur, unburned hydrocarbons, as well as particulate matter and compounds of heavy metals. Brief characteristics of polluting components are given. The qualitative and quantitative composition of road dust, highways near Tobolsk was investigated. And also the project of the device collecting road dust for modernization of the automobile is offered. Aerodynamic characteristics of the automobile for the purpose of technical justification of an arrangement of the developed device are resulted. The introduction of the developed device into cars would reduce the content of harmful and carcinogenic substances in road dust. And as a consequence of the qualitative improvement of the environmental component of the environment.

**Keywords:** ecology, road transport, road dust

Трудно представить себе сегодня человеческую цивилизацию без автомобиля. Естественное стремление человека к свободе передвижения, усложнение функций в производственной деятельности и сфере услуг – все это обуславливает рост числа легковых автомобилей индивидуального пользования и увеличение объема грузовых перевозок. Уровень автомобилизации уже давно стал одним из основных показателей экономического развития страны, качества жизни населения. При этом в понятие «автомобилизация» включают комплекс технических средств, обеспечивающих движение: автомобиль и дорогу.

Транспортно-дорожный комплекс является мощным источником загрязнения природной среды. Из 35 млн. тонн вредных выбросов 89% приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса. Отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований вредных веществ, в том числе канцерогенных [2]. Нефтепродукты,

продукты износа шин и тормозных колодок, сыпучие и пылящие грузы, хлориды, используемые в качестве антиобледенителей дорожных покрытий, загрязняют придорожные полосы.

Актуальность проблемы состоит в том, что автомобильные дороги – источник образования пыли в приземном воздушном слое. При движении автомобилей происходит истирание дорожных покрытий и автомобильных шин, продукты износа которых смешиваются с твердыми частицами и канцерогенными веществами отработавших газов. В результате образуется пыль, поднимающаяся в воздух. Она может переноситься ветром на большие расстояния. Движение машин поднимает пропитанную пылью, люди вдыхают это ужасное месиво, она разлетается, ложится на траву, деревья, покрывает все вокруг, при этом в воздух поднимается как крупные частицы, так и мелкодисперсная пыль. А она наиболее опасна. Частицы пыли менее 0,1 мкм практически не оседают и находятся в постоянном беспорядочном движении в воздухе.



Кроме воздушной среды, происходит загрязнение и поверхности земли транспортными и дорожными выбросами. Они накапливаются постепенно, в зависимости от числа проходов транспортных средств и сохраняется очень долго. Накапливающиеся в почве химические элементы, особенно металлы, охотно усваиваются растениями и через них по пищевой цепи переходят в организм животных и человека. Часть их растворяется и выносятся стоковыми водами, попадает затем в реки, водоемы и уже через питьевую воду также может оказываться в организме человека [3].

Для уменьшения загрязнения воздуха модернизируются существующие двигатели внутреннего сгорания, изготавливаются новые их типы, разрабатывается возможность замены на автомобильном транспорте двигателей внутреннего сгорания иными видами энергетических установок.

Цель работы: исследование проблемы загрязнения воздуха выхлопными газами и дорожной пылью; разработка автомобильного устройства, уменьшающего содержание мелкодисперсной дорожной пыли на автодорогах.

Задачи исследования:

1. Изучить вопрос экологической обстановки на автотрассе «Тюмень – Тобольск».
2. Выяснить влияние мелкодисперсной дорожной пыли на здоровье человека.
3. Обосновать причину появления канцерогенных веществ в воздухе.
4. Изучить химический состав дорожной пыли.
5. Изучить аэродинамику легкового автомобиля для разработки и установки устройства, собирающего дорожную пыль.
6. Разработать и испытать автомобильное устройство, уменьшающее содержание вредоносной мелкодисперсной дорожной пыли в воздухе.

Дорожная пыль – причина появления канцерогенных веществ в воздухе.

Автомобиль стал бы гораздо безвреднее для окружающей его среды, если бы в его дви-

гателе углеводородное топливо превращалось исключительно в углекислый газ и водяные пары. Но... Температура горения топлива бывает или слишком высокой, или очень низкой, что приводит к его неполному сгоранию. Кроме того, не следует забывать о качестве самого горючего и примесях, содержащихся в нем. Все это, как известно, приводит к возникновению токсичных веществ: оксида углерода, оксидов азота и серы, несгоревших углеводородов и прочих газов, а также твердых частиц сажи и соединений свинца.

Автодороги являются одним из источников образования пыли в приземном воздушном слое. При движении автомобилей происходит истирание дорожных покрытий и автомобильных шин, продукты износа которых смешиваются с твердыми частицами отработавших газов. К этому добавляется грязь, занесенная на проезжую часть с прилегающего к дороге почвенного слоя. В результате образуется пыль, поднимающаяся в воздух. Резиновая и асбестовая пыль представляет большую опасность для здоровья человека. Резиновая пыль является продуктом износа автомобильных шин. Асбестовая пыль является следствием износа фрикционных накладок, дисков, сцепления тормозных колодок. Асбест плохо выводится из организма, поэтому процесс его воздействия на внутренние органы, лёгкие, слизистую оболочку очень длителен, может достигать 10–15 лет [1].

По данным Всемирной организации здравоохранения содержание в воздухе населенных пунктов тонкой пыли в количестве более 10 мкг/м<sup>3</sup> может приводить к сокращению продолжительности жизни людей.

Грубые частицы также представляют опасность для экологического и санитарно-гигиенического состояния городских территорий. На поверхности частиц пыли в адсорбированном состоянии находятся разнообразные токсичные веществ. [4]. Химический состав дорожной пыли достаточно сложен и имеет широкий спектр (табл. 1).

**Таблица 1**

Источники поступления химических элементов в придорожные полосы

| Источник                  | Элемент                     |
|---------------------------|-----------------------------|
| Выхлопные газы            | Pb, Ni                      |
| Износ проезжей части      | Si, Ca, Mg, тяжелые металлы |
| Износ колес               | Cd, Zn, Pb, Cr, Cu, Ni      |
| Износ тормозных колодок   | Cr, Cu, Ni, Pb, Zn          |
| Горюче-смазочный материал | Pb, Ni, Zn, Cu, V, Cr       |
| Коррозия автомобилей      | Cu, Pb, Zn                  |
| Антигололедные средства   | Na, Ca, Mg                  |

После изучения литературных источников о химическом составе дорожной пыли и ее вреда на окружающую среду и организм человека, осенью 2017 г. были взяты пробы дорожной пыли на автодороге Тюмень – Тобольск, а так же с улиц города Тобольска. Проведен химический анализ качественного и количественного состава придорожной пыли. Результаты представлены в табл. 2,3.

#### Аэродинамические характеристики автомобиля

Движущийся автомобиль рассекает массу воздуха, который находится у него на пути. При движении транспортного средства в окружающей воздушной среде происходит сжатие набегающего потока воздуха в передней части автомобиля. В результате здесь создается область повышенного дав-

Таблица 2

Валовое содержание микроэлементов в пыли, мг/кг (в сравнении с ПДК)

| Место взятия проб            | Co   |      | Mn    |       | Sr   |     | B    |      |
|------------------------------|------|------|-------|-------|------|-----|------|------|
|                              | факт | ПДК  | факт  | ПДК   | факт | ПДК | факт | ПДК  |
| автодорога «Тюмень-Тобольск» | *    | 50,0 | 173,1 | 850,0 | 35,4 | 300 | 36,8 | 5,80 |
| улицы города Тобольска       | *    | 50,0 | 151,2 | 850,0 | 35,2 | 300 | 23,2 | 5,80 |

Таблица 3

Средние концентрации тяжелых металлов, мг/кг (в сравнении с ПДК)

| Место взятия проб            | Cd   |     | Pd   |      | Zn   |      | Ni   |     |
|------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|
|                              | факт | ПДК | факт | ПДК  | факт | ПДК  | факт | ПДК |
| автодорога «Тюмень-Тобольск» | *    | 0,5 | 19,1 | 30,0 | 0,12 | 16,0 | 0,36 | 2,6 |
| улицы города Тобольска       | *    | 0,5 | 17,0 | 30,0 | 0,09 | 16,0 | 0,14 | 2,6 |

\* – ниже предела обнаружения.

Несмотря на то, что в настоящее время используется свободные от свинца топлива и катализаторы, в пробах придорожной пыли обнаружено значительное содержание свинца. Свинец обладает высокой кумулятивной способностью в природных объектах и имеет очень большой период выведения из почвы. Кроме этого, в составе придорожной пыли обнаружены микроэлементы В, Со, Мп и Sr.

Изучив химический состав дорожной пыли и ее влияние на здоровье людей и экологию, мы пришли к выводу, что есть необходимость в разработке и создании так называемого «дорожного пылесоса» – устройства, которое смогло бы собирать мелкодисперсную пыль, поднятую собственным автомобилем.

Под его влиянием струйки воздуха устремляются к задней части автомобиля. Скользя по его поверхности, они обтекают контур транспортного средства. Однако в некоторый момент начинает проявляться явление отрыва элементарных струек от обтекаемой ими поверхности и образования в этих местах завихрений.

В задней части автомобиля воздушный поток окончательно срывается с кузова транспортного средства. Это способствует образованию здесь области пониженного давления, куда постоянно осуществляется подсос воздуха из окружающего воздушного пространства. Классической иллюстрацией наличия зоны пониженного давления является пыль и грязь, оседающие на элементы конструкции задней части транспортного средства.

Исходя из этого, рациональнее всего установить устройство, собирающее дорожную пыль, за задним бампером автомобиля.

в автомобиле значительно бы уменьшило содержание вредных и канцерогенных веществ над автодорогами России. И как след-



Существует еще одна проблема, которую предстоит решить в будущем – это прессование пыли в контейнере – накопителе.

Можно предложить одним из способов прессования пыли. Зная химический состав дорожной пыли добавлять в контейнер реагенты, которые при взаимодействии с химически активными веществами пыли, приводили бы к ее затвердеванию. Спрессованную пыль можно пустить во вторичную переработку, например, добавлять в дорожное покрытие при изготовлении асфальта.

Таким образом, нами сконструирована рабочая модель дорожного пылесоса, которая успешно прошла стендовые испытания. Внедрение разработанного нами устройства

приведет к качественному улучшению экологической составляющей окружающей среды.

#### Список литературы

1. Водяницкий, Ю.Н. Концепции гибкого подхода к оценке ориентировочно допустимой концентрации тяжелых металлов и металлоидов в почве // Ю.Н. Водяницкий // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева – М., 2011. – 368 с.
2. Кайгородов, Р.В., Тиунова М.И. Загрязняющие вещества в пыли проезжих частей дорог и в древесной растительности придорожных полос городской зоны / Р.В. Кайгородов, М.И. Тиунова // Вестник Пермского университета. – 2009. – Вып. 10 (36). – С. 141–146.
3. Автомобильные дороги как источник загрязнения. – <http://oplib.ru/>.
4. Физические и химические свойства пыли и их санитарно-гигиеническая оценка. – <https://studfiles.net/>.

УДК 504.75:378

**ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ****Шаяхметова М.М., Смирнова Ю.К.***Тобольский индустриальный институт, филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тобольск, e-mail: poulia@yandex.ru*

В статье раскрывается сущность, актуальность и основные положения понятий «экологии образовательной среды» и «экологических рисков». Приводятся результаты собственной эколог-гигиенической оценки технического вуза города Тобольска.

**Ключевые слова:** экологическая образовательная среда, экологические риски, технический университет, обучающиеся

**ENVIRONMENTAL ISSUES THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT****Shayakhmetova M.M., Smirnova Y.K.***Tobolsk industrial Institute, branch of Tyumen industrial University, Tobolsk, e-mail: poulia@yandex.ru*

The article reveals the essence, relevance and main provisions of the concepts of «ecological educational environment» and «environmental risks». The results of the environmental and hygienic assessment of the technical College of the city of Tobolsk.

**Keywords:** environmental education environment, environmental risks, technical University studying

Человечество вступило в новую фазу развития – информационную, в условиях, которой информация, знания, служат мощным фактором изменений социокультурного пространства, появления новых стандартов жизни, обучения, труда, здоровья, отдыха. Новые условия обуславливают потребность в формировании личности будущего специалиста-бакалавра, гармонично сочетающей высокий уровень теоретических и практических знаний, умений и навыков, а также большого духовного, психического и физического здоровья.

Современный технический университет – этого крупный образовательный кластер, образовательно-научный-исследовательский центр, направленный на создание современной качественной образовательной среды, развитие научной инновационной деятельности, создание благоприятной эколого-гигиенической среды, формирование экологической культуры и экологического мировоззрения каждого преподавателя, научного сотрудника и обучающегося.

В современном техническом вузе экологическая образовательная среда – это комплекс мер и мероприятий, направленных на организацию учебно-воспитательного процесса с точки зрения экологии и гигиены среды, выработки стратегии формирования экологически здорового образа и качества жизни всеми участниками образовательного процесса. Она охватывает не только учебно-воспитательный процесс в техническом вузе, но и занятия спортом, питание, медицинское обслуживание, социально-культурное общение в ходе активного

взаимодействия со студентами, родителями, преподавателями, сотрудниками и администрацией вуза.

Экологическая образовательная среда формирует условие и путь к экологизации отношений квалифицированного специалиста и техносферы, ориентирует личность на минимизацию экологических рисков, на обоснование экологоориентированных решений.

Экологические риски в высшей школе зависят от инфраструктуры и материально-технической базы вуза – от учебных аудиторий, лабораторий до помещений для самостоятельной работы читальных залов, библиотек, столовых, мест отдыха, спортзалов. Все эти элементы образовательной среды современного технического вуза взаимосвязаны между собой, оказывают влияние на процессы адаптации обучающихся, и формирование качества жизни и определяют различные виды рисков в целом.

Для успешной реализации образовательной деятельности и минимизации рисков, образовательное учреждение должно создавать необходимые для этого условия (ФЗ РФ от 10.07.1992 г. № 3266–1 «Об образовании», ст. 32). «В ... образовательных организациях ... должны осуществляться меры по профилактике заболеваний, сохранению и укреплению здоровья обучающихся и воспитанников, в том числе меры по организации их питания, и выполняться требования санитарного законодательства. Программы, методики и режимы воспитания и обучения ... допускаются к применению при наличии санитарно-эпидемиологических заключе-

ний. Использование технических, аудиовизуальных и иных средств воспитания и обучения, учебной мебели, учебной и иной издательской продукции ... осуществляется при условии их соответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям» (ФЗ от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», с изменениями и дополнениями, ст. 11, 28, 29.)

Оценка условий и организации обучения в Тобольском индустриальном институте филиале Тюменского индустриального университета проводилась на основании нормативных документов, регламентирующих условия и организацию обучения в общеобразовательных учреждениях, что указано в экспертных санитарно-эпидемиологических заключениях вузов (СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях»).

Тобольский индустриальный институт (ТИИ) имеет один учебный четырехэтажный корпус и несколько примыкающих к нему помещений. Территория земельных участков благоустроена, озеленена, имеет внутренний двор и спортивную площадку. Санитарное состояние территорий удовлетворительное.

Инженерные коммуникации (водоснабжение, канализация, электроснабжение) рассматриваемого вуза централизованные. Профилактическое отключение горячей воды один раз в год по графику. Систематически в анализируемом вузе проводятся энергосберегающие мероприятия, включающие утепление оконных блоков в корпусе. В период подготовки к отопительному сезону проводятся все необходимые мероприятия по промывке систем отопления, гидравлическим испытаниям тепловых узлов и участков теплотрасс зданий вуза. В учебном корпусе достаточный воздухообмен за счет естественного притока воздуха через форточки и фрамуги. Приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением, в соответствии с нормативными документами, установлена в некоторых лабораториях.

В ходе анализа помещений оказалось, что в среднем величина площади учебных аудиторий и рекреаций соответствует нормативным значениям. Учебные аудитории оборудованы двухместными столами и стульями, в целом соответствующим ростовым данным студентов. Меловые

доски в аудиториях окрашены в зеленый и черный цвета и располагаются на разных высотах. Расстояние между партами, первым рядом и батареями, первым учебным столом и доской, местонахождение стола для преподавателя не соответствуют расстояниям, недостаточен фонд компьютерных классов и видеопроекторов в аудиториях. В некоторых лекционных и лабораторных аудиториях высота рабочей поверхности столов не соответствовала нормативным стандартам в 0,8 метра над полом (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03).

В результате анализа микроэкологии компьютерных классов выявились следующие нарушения: недостаток площадей, приходящихся на одно рабочее место – 4 м<sup>2</sup> одну ПЭВМ, при норме не менее 6 м<sup>2</sup>; превышение допустимых параметров температуры и влажности воздуха, несоответствие у некоторых видеодисплейных терминалов визуальных эргономических параметров и показателей электромагнитного излучения в сравнении с нормативами, обозначенными в санитарных правилах и нормах (СанПиН 2.2.2. 542 – 96).

Искусственное освещение во всех учебных аудиториях представлено люминесцентными потолочными светильниками (лампы белого цвета). Среднее значение уровня искусственной освещенности составляет 305 Лк.

Оценка уровней искусственной освещенности показала, что большинство обследованных помещений имеют уровень ниже нормируемых величин в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1278 – 03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

Естественная освещенность в учебных аудиториях представлена боковым освещением – световыми оконными проемами с левосторонним размещением, что соответствует санитарно-гигиеническим требованиям.

Установлен ряд несоответствий санитарно-гигиеническим требованиям: значительный износ мебели и нерациональное ее размещение в аудиториях, недостаточное и устаревшее оснащение некоторых лабораторий, компьютерных классов (во всех сравниваемых вузах). Выявлено несоответствие санитарно-гигиеническим нормативам уровня искусственной, температурного режима, уровня электромагнитного поля, создаваемого ЭВМ. Отсутствие горячего питания. Деятельность здравпунктов в вузе



в основном направлена на оказание первой медицинской помощи.

В результате эколого-гигиенических исследований условия обучения в Тобольском индустриальном институте можно оценить как удовлетворительные. Эколого-гигиенический надзор за вузом в настоящее время проводится без гигиенической оценки режима труда и отдыха студентов, что не позволяет дать более детальную характеристику условий обучения в вузе.

Таким образом, создание эффективной, снижающей все возможные экологические риски эколого-образовательной среды в современном техническом вузе позволит повысить не только качество профессиональной подготовки студентов и их качество

жизни, но и эффективность развития современного технического вуза.

### Список литературы

1. Даниленкова В.А. Экологизация образования и экологическая образовательная среда вуза / Инновационные педагогические технологии: материалы международной научной конференции (г. Казань, октябрь 2014 г.). – Казань: Бук, 2014. – С.285–286.
2. СанПиН 2.2.2 – 2.4.1340–030. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – Введ. 2003–06–30. – М.: Инфра-М, 2004. – 24 с.
3. СанПиН 2.4.2. 1178 – 02 Гигиенические требования к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях [Электронный ресурс] / Введ. 01.09.2003. – Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
3. Технологии организации образовательного процесса в вузе: Коллективная монография / отв. ред. Е.В. Гончарова. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. Ун-та, 2014. – 171 с.



*Секция «Землеройно-транспортные машины»,  
научный руководитель – Гребенникова Н.Н., канд. техн. наук, доцент*

УДК 629.3.014

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОГРЕЙДЕРА С ЦЕЛЬЮ РАСШИРЕНИЯ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ**

**Гребенникова Н.Н., Бледных Д.С.**

*Волжский политехнический институт, филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный  
технический университет», Волжский, e-mail: dimasik.blednykh@gmail.com*

Автогрейдеры нашли широкое применение в дорожном хозяйстве при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог, на которых значительную долю в их протяжённости занимает земляное полотно на насыпи или в выемке. В связи с этим, с целью расширения функциональных возможностей автогрейдера, нами предлагается установить на рабочее оборудование, содержащее тяговую раму, поворотный круг с отвалом и установленные на тяговой раме гидроцилиндры управления положением поворотного круга, водило, которое связано с поворотным кругом с помощью управляемых фиксаторов, что позволит повернуть поворотный круг на любой угол или развернуть его полностью на 3600. Технико-экономическое обоснование свидетельствует о целесообразности внедрения данной модернизации в практику.

**Ключевые слова:** автогрейдер, рабочее оборудование, водило, фиксатор, эксплуатация

## **IMPROVING THE DESIGN OF WORKING EQUIPMENT OF MOTOR GRADER TO EXPAND ITS OPERATIONAL CAPABILITIES**

**Grebennikova N.N., Blednykh D.S.**

*Volzhskiy Polytechnic Institute, branch of Volgograd state technical University, Volzhsky,  
e-mail: dimasik.blednykh@gmail.com*

The graders has found wide application in the road sector in the construction, reconstruction, repair and maintenance of roads, where a significant share of their length is a roadbed on an embankment or in a cutting. In this regard, with the aim of expanding the functionality of the motor grader, us, on work equipment, containing a traction frame, a turntable with a blade and mounted on the traction frame, the hydraulic cylinders control the position of the turntable, the carrier, which is associated with a turning circle with managed clips, which will rotate the turntable at any angle or maximize it fully to 3600. The feasibility study indicates the feasibility of implementing the modernization in practice.

**Keywords:** motor grader, operating equipment, driving, lock, operation

Подъем строительства на качественно новый уровень возможен за счет последовательного проведения курса на дальнейшую его индустриализацию, существенного сокращения ручного труда, совершенствования структуры и организации строительного производства. Одним из ведущих факторов в решении задач сокращения себестоимости и сроков строительства, повышения производительности труда и общей эффективности строительного производства является комплексная механизация строительно-монтажных работ. Современное строительство основано на использовании обширного комплекса средств механизации и автоматизации технологических процессов, обеспечивающего интенсификацию строительного производства и являющегося важным фактором повышения производительности труда. Механизация строительных работ

способствует сокращению продолжительности строительства, экономии трудовых затрат, улучшению условий труда, придают строительному производству динамический характер [1, 2, 3, 4].

Землеройно-транспортные машины осуществляют копание грунта и его транспортирование, при этом сама машина перемещается вместе с рабочим органом. К таким машинам относятся автогрейдеры, бульдозеры и скреперы. В зависимости от вида рабочего оборудования отделенный грунт накапливается перед отвалом или поступает в ковш, в котором он транспортируется к месту отсыпки. Основными преимуществами землеройно-транспортных машин являются возможность совмещения в одном рабочем цикле всего комплекса операций по копанию, перемещению и отсыпанию грунта с предварительным раз-

равниванием и частичным уплотнением, а также простота конструкции и высокая производительность.

Автогрейдеры представляют собой самоходные землеройно-транспортные машины, предназначенные главным образом для ведения планировочных и профилировочных работ на грунтах 1...3 категорий. Их используют также для формирования и очистки кюветов, перемешивания грунта или гравия с вяжущими материалами, для разрушения дорожных покрытий при ремонте, уборке площадей и дорог от снега.

В отличие от бульдозера, основной отвал автогрейдера расположен не впереди, а между передними и задними колесами машины, что обеспечивает большую точность планировки, поскольку продольная база автогрейдера в несколько раз больше, чем у бульдозера, и, следовательно, при работе автогрейдера неровности грунта сказываются меньше.

Современные автогрейдеры изготавливают по единой принципиальной схеме в виде самоходных трехосных машин с полноповоротным отвалом и гидравлической системой управления рабочими органами.

Все виды работ выполняют последовательными и параллельными проходами при отвале, установленном в положение, соответствующее характеру выполняемой работы. Срезанный ножом грунт перемеща-

ется в сторону при угле захвата меньше  $90^\circ$  и впереди отвала – при угле захвата  $90^\circ$ .

Технологический процесс работы автогрейдера состоит из следующих операций: вырезание грунта отвалом, перемещение грунта, разравнивание и планировка площадки и откосов земляного сооружения [5, 6, 7].

Повышение производительности автогрейдеров связано, прежде всего, с положением рабочих скоростей машины, а также уменьшением количества проходов по одному следу, что в свою очередь, зависит от мощности двигателя и тягово-эксплуатационных характеристик автогрейдера.

Успешное проектирование строительных машин возможно с учетом правильного выбора параметров машины, обеспечивающих высокую производительность и экономичность.

В связи с этим, нами предлагается для расширения эксплуатационных возможностей автогрейдера установить на поворотном круге водило, которое связано с поворотным кругом управляемыми фиксаторами.

Рабочее оборудование автогрейдера (рис. 1, 2) содержит тяговую раму 1, поворотный круг 2 с отвалом 3 и гидроцилиндр управления положением поворотного круга 4, который установлен на раме. На поворотном круге смонтировано с возможностью поворота в горизонтальной плоскости водило 5, которое связано с поворотным кругом управляемыми фиксаторами 6.

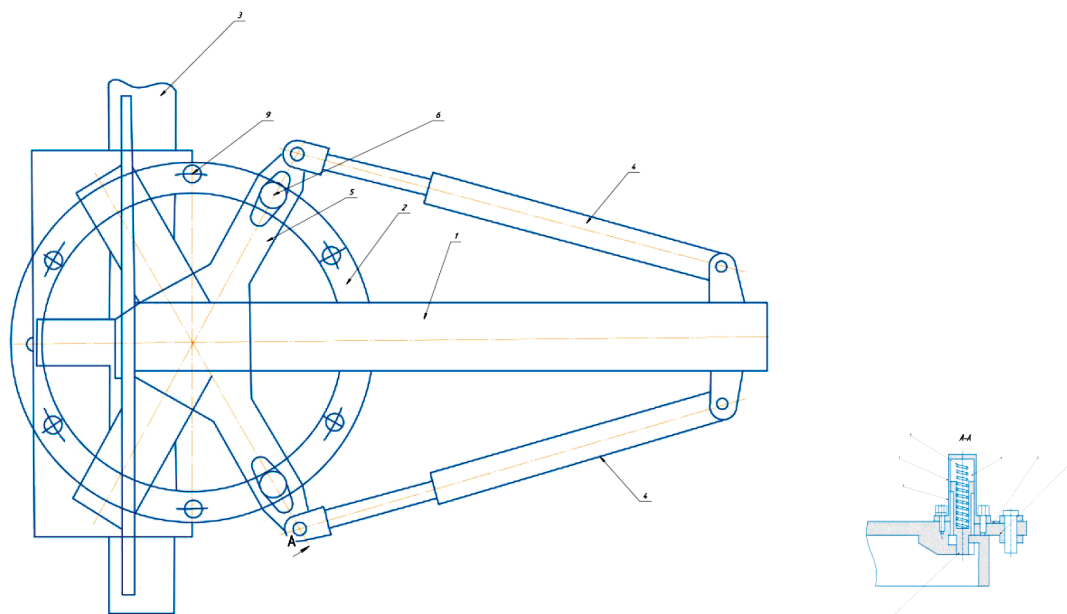


Рис. 1. Рабочее оборудование автогрейдера:

1 – тяговая рама; 2 – поворотный круг; 3 – отвал; 4 – гидроцилиндр управления поворотным кругом; 5 – водило; 6 – управляемый фиксатор; 7 – шток-поршень; 8 – пружина; 9 – отверстие; 10 – наконечник

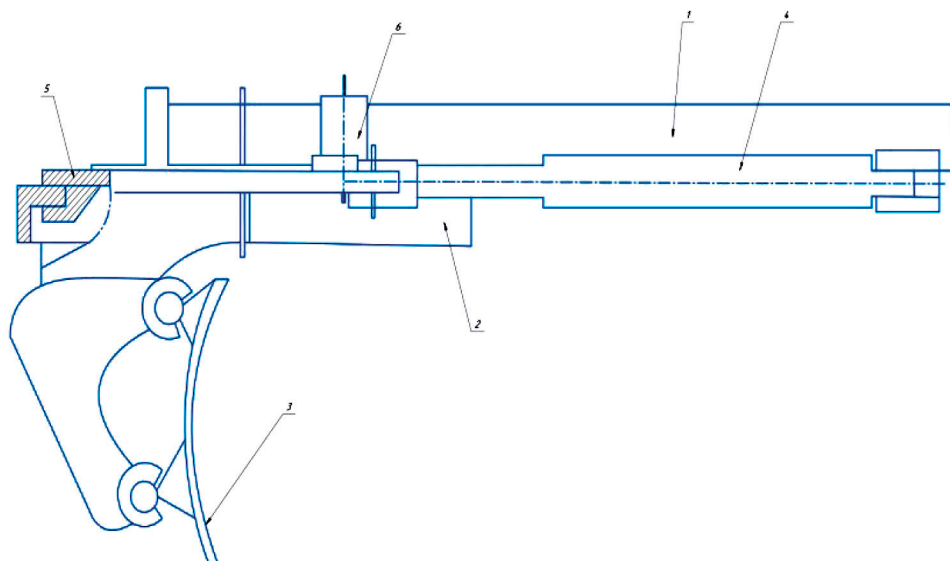


Рис. 2. Рабочее оборудование автогрейдера

Рабочее оборудование автогрейдера работает следующим образом. Фиксаторы 6 соединяют поворотный круг 2 с водилом 5 гидроцилиндрами 4, машинист поворачивает поворотный круг 2 в необходимое положение в пределах  $60^\circ$  в любую сторону. При необходимости поворота отвала 3 на угол больше  $60^\circ$  или развернуть отвал для работы задним ходом машинист освобождает фиксаторы, включив подачу масла в его полости Б, при этом шток-поршень 7 каждого фиксатора поднимается, сжимая пружину 8, и выходит из отверстия 9 поворотного круга 2. Повернув водило 5 в сторону, противоположную направлению поворота отвала, машинист снимает давление в полости Б фиксаторов и поршни 7 своими наконечниками 10 заскакивают в отверстия 9. Водило с поворотным кругом зафиксировано, и, при движении водила в рабочую сторону, отвал с кругом поворачивается на увеличенный угол. При последовательном управлении фиксаторами 6 и гидроцилиндрами 4 поворотный круг может быть повернут на любой угол или развернут полностью на  $360^\circ$ .

Таким образом, предлагаемое рабочее оборудование автогрейдера, которое содержит тяговую раму, поворотный круг с отвалом и установленные на тяговой раме гидроцилиндры управления положением поворотного круга, отличается от существующего тем, что, с целью расширения

эксплуатационных возможностей автогрейдера, нами предлагается дополнительно установить на поворотном круге водило, которое, с помощью управляемых фиксаторов, связано с поворотным кругом, что дает возможность поворота поворотного круга в горизонтальной плоскости.

Технико-экономический расчет показал, что при внедрении в производство предлагаемого оборудования годовой экономический эффект составит около 2 млн. рублей, а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составит менее трех месяцев.

### Список литературы

1. Евдокимов, В.А. Механизация и автоматизация строительного производства: учебное пособие для вузов / В.А. Евдокимов. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 195 с.
2. Кудрявцев, Е.М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства: учебник для вузов / Е.М. Кудрявцев. – М.: Стройиздат. 1989. – 246 с.
3. Рогожкин, В.М. Эксплуатация машин в строительстве: учебное пособие / В.М. Рогожкин, Н.Н. Гребенникова. – М.: Изд-во АСВ, 2005. – 152 с.
4. Пермяков, В.Б. Комплексная механизация строительства: учебник для вузов / В.Б. Пермяков. – М.: Высш. шк., 2005. – 383 с.
5. Ульянов Н.А., Самоходные колесные землеройно-транспортные машины / Н.А. Ульянов, Э.Г. Ронинсон, В.Г. Соловьев. – М.: Машиностроение, 1976. – 359 с.
6. Серов, К.П. Автогрейдеры. Конструкции, теория, расчет / К.П. Серов, Б.В. Горячко, А.А. Покровский. – М.: Машиностроение, 1970. – 192 с.
7. Доценко, А.И. Строительные машины: учебник для вузов / А.И. Доценко. – М.: Стройиздат, 2003. – 416 с.

*Секция «Иностранные языки в техническом вузе»,  
научный руководитель – Лошкарева Д.А., канд. пед. наук*

УДК 69:378

**КОМПЕТЕНЦИИ XXI ВЕКА ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ****Тушева И.И., Токарев Е.И.***ННГАСУ, Нижний Новгород, e-mail: irinatusheva@mail.ru*

21 век предъявляет профессии инженера в области строительства новые требования. Профессионал в области строительства должен обладать общекультурными, общетехническими и узкопрофессиональными компетенциями, которые позволят ему успешно осуществлять профессиональную деятельность. Будущий инженер в области строительства стоит перед необходимостью определения как своих склонностей и особенностей личности, так и перечня необходимых в будущей профессии компетенций, знаний, навыков, умений, свойств личности. Будущему инженеру в области строительства необходимы знания в следующих областях: архитектура, дизайн, история, социология, математика, информатика, механика, сопротивление материалов, физика, компьютерная графика и т.д. Важными учебными дисциплинами являются: геология, химия, физика, механика, инженерная и компьютерная графика и т.д.

**Ключевые слова:** профессия инженера, строительство, компетенции 21 века, общекультурные компетенции, общетехнические компетенции, узкопрофессиональные компетенции, знания, навыки, умения

**MY PROFESSION IN THE 21ST CENTURY. THE COMPETENCES OF THE ENGINEERS IN THE FIELD OF CONSTRUCTION****Tusheva I.I., Tokarev E.I.***NNGASU, Nizhny Novgorod, e-mail: irinatusheva@mail.ru*

In the 21 century the civil engineers have to meet new demands of society. The profession is connected with new challenges as far as cultural, technical and professional competences are concerned. The disciplines which are necessary for proper design of the functional environment: knowledge in the field of architecture and design to create comfortable spaces; history and sociology allow us to determine the basic needs of society in the construction and formation of functional areas; knowledge of mathematics, physics, mechanics and material science to do some calculations and to choose the materials for floor, walls, ceiling, floors, etc.; knowledge of geometry and graphics will allow you to arrange the project, which will be implemented by the formation of zones of the premises.

**Keywords:** civil engineering, construction, competences of the 21 century, general cultural competences, general technical competences, professional competences, knowledge, skills, abilities

**Membership**

We, like many students of the NNGASU (Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering), came here because we decided to become engineers in the construction industry. Each of us has one's own vision of the future career; understands the role played by structural engineers in the modern world; realize responsibilities of the builders.

However, not everyone got the full picture of what should an engineer consider in the design and construction of a building or structure and for what he/she is responsible. This attitude leads to professional incompetence, because of it people can get hurt physically.

To prevent that, we have prepared this report, which will try to make a full picture of the modern requirements of construction, the duties of engineers in the field of construction and most importantly how to be competent in their field.

**Basic requirements of construction**

To begin, let's determine what engineers do in the construction industry. It's pretty simple: the design and construction of buildings and structures.

What are the main criteria for the construction of buildings and structures. There are only three: the functionality, the strength, the beauty. These criteria formed in the first century before our era by the Roman architect Vitruvius (let's call these criteria the precepts of Vitruvius). Since then, the only change is the wording of these claims, but the essence remains the same.

The criterion of functionality forms the *operational requirements* for the construction, strength and safety – *technical requirements*, of beauty – the *aesthetic requirements*.

Let's examine each of the requirements in detail.

**Functionality (operational requirements):** *the building should fulfill its basic*



*functions and be easy to use. This criterion provides the correct location of a building or structure and its objects, the formation of the necessary areas and good distribution of space.*

For the construction of a building or structure a reason and a purpose are needed. In other words, every building is erected for its functional use.

Residential buildings are created for a comfortable stay in it. At home people sleep, relax, eat, and conduct various procedures to maintain the health of their organism. The building is a social space: at home people communicate, raise children, etc. The interior working area is created for the convenience of the implementation of the activity: in the offices of the convenient location of jobs as far as light sources, working areas of colleagues, and other facilities are concerned; in workshops and industrial buildings it is important to take into consideration the equipment one is working with. The interior of restaurants and cafes is created for meal. So, various rooms are created for various functions. Function is the main goal and reason for creating the interior, so the room should maximally meet its function.

For the creation of the most convenient, functional and usable space ergonomic standards are responsible. Simple example is the size of the objects and the distance between them. In the free spaces should be easy to move, to act, to implement the function of the room.

Observance of the norms of ergonomics, due to the function of the room, provides convenience in its use.

**Strength (technical requirements):** *the building should withstand the weight of its own structures, the additional weight; be resistant to wind, precipitation and many other influences, which it may be subjected to in the process of continuous operation.*

This is a very important part of the design, since miscalculation of the strength may cause the formation of dangerous areas in the building or its complete destruction; the consequences in such cases are irreparable or very expensive. Therefore, the project is carefully checked at all stages of production.

You also need to consider the safety in use and a certain degree of durability.

Safety in use, as well as convenience are ensured by ergonomics. It is dangerous to handle objects which can cause harm to human health. You can hit on a desk, wardrobe, bookshelf and other furniture, if they are inconveniently located; on the door when it is inconvenient to open, etc. You should create safe environment when you form design of the room. You should

think about the convenient arrangement of objects and space areas.

Durability, in fact, determines the period of safe use of the product or, in our case, the design of the building as a whole. Everything in the world is not infinite, and you need to take into account the period of use anything in a such way, that the item wouldn't become a threat. Any construction of design, material, coating, furniture, technique must serve a certain time corresponding to its value. After the end-of-lifetime objects update or are disposed of.

Competent calculations, construction and operation of buildings and structures to prevent threats to health and human life are needed.

**Beauty (aesthetic requirements):** *the building should match the aesthetic needs of people to fit in with the surroundings.*

Researches in the field of sociology claim that the physical and psychological health of people is influenced primarily by their lifestyle and environment. That means that human health is significantly affected by where and in what conditions one lives. Bad arrangement of the around residential areas, unsuitable exterior of buildings and interior spaces, rubbish, dirt and other problems of architecture and ecology are detrimental to the wellbeing of citizens.

The formation of the right environment is the key to the health of a person. For this there are standards of architecture and ecology.

All these requirements must be met equally and do not contradict each other. To sacrifice one criterion in favor of another is not correct: the importance of each requirement is revealed in its domain and to compare them is not worth doing, just it is needed to know that all the requirements are important and should be taken into consideration while working on the project.

Based on the requirements of the construction, it is possible to establish the main obligations of engineers.

The duties of the engineers in the field of construction

The duties of the engineers in the construction industry are generated from claims submitted to the building structure. We have reviewed the basic requirements and cited several examples of what the engineer should consider in the design and construction. Let's take a closer look.

### Operational requirements

The basic operating requirements are prescribed in «SP 255.1325800.2016 Buildings and structures. The rules of operation. General provisions», and one should not forget about ergonomic standards. For compliance with op-

erational requirements, meet architects, designers, project and construction Manager.

As we have said, the main operational requirement is to meet its functions. Therefore, the main duty of the authors of the project is the creation of the necessary functional, social, sanitary-hygienic zones and the proper distribution of these zones in the space of the room. Additionally, you must ensure the security and trouble-free operation of all building systems, to maintain the specified indoor climate and cleanliness during normal service life.

To ensure these requirements in the design: set a specific number of required spaces with their individual characteristics (size, communications, equipment), provide evacuation routes (given the size and location of passing zones, stairwells, etc.), mark the place of laying of communications.

In the building it is necessary to maintain cleanliness, availability of escape routes, proper work communication and the functioning of key areas. It is crucial for people using the premises.

This is what refers to the total operational requirements.

For each building, depending on its functional orientation there are special requirements. For work areas they are lighting, location of equipment; for residential areas it includes a kitchen with a minimum set; for public areas and special spaces they deal with certain furniture, etc. Special requirements also depend on the building construction, which depends on the climate, temperature and humidity conditions of the region.

### **Technical requirements**

Technical requirements are regulated by the Federal law dated 30.12.2009 N 384-FZ (as amended on 02.07.2013) «Technical regulations on safety of buildings and constructions». The main technical requirements of strength are: resistance, reliability, flame resistance, durability, frost resistance, water resistance and other.

For compliance with technical requirements almost all engineers working on the same project are responsible: geologists, surveyors, architects and drafters, as well as bricklayers, concrete workers, engineers, craftsmen, carpenters, welders, facing workers. Everyone is responsible for the correct execution of their duties.

Geologists conduct studies of local conditions and make a report on the safety conditions of construction and operation of buildings on the site; provide recommendations on the

preparation of plots for construction, the laying of the foundations. Research must be accurate, otherwise the building can partially or completely go under the ground, crack or crumble. The consequences of such disasters are irreparable.

Surveyors are preparing the site for the construction of buildings. They mark the territory and prepare it to construction: make the cut or fill, level the site. This stage is the beginning of laying the foundation – the main structural part of the building structure. Errors at this stage can cause the destruction of the foundation and, as a consequence of the building as a whole. Layout and site preparation must be accurate; otherwise there is a risk of the destruction.

The draft prepared by the architects and engineers of structures is the basis on which the building is erected, so any error in the project can be catastrophic. The authors of project have a great responsibility: their calculations must be 100% correct. Correctly should be done the choice of materials, because they determine the safety and durability of buildings and structures.

Incorrect counting of the load or wrong selection of materials for specific parts of the building can lead to its deformation or fracture. Consequence may be an emergency or partial destruction. Elimination of damage costs companies a considerable amount.

The observance of all technological processes in the construction of the building is a very important part of the production of the project. This stage embodies all the basic requirements. Not observing the rules of the building may be unacceptable in one or more of the criteria, which makes the whole process useless. And, again, incorrect operation may lead to damage: to harm the building and people. So workers should follow all the rules of construction of the particular element.

### **The aesthetic requirements**

Architectural requirements are contained in the «Federal law of the Russian Federation: On architectural activity in the Russian Federation» and is mentioned in many SR (sets of rules). Let's look at the responsibilities of the architect of the project concerning architecture and design.

The architect needs to create beautiful, convenient, beneficial effects on the building. The building should be organically related to the environment. Appearance should match the design scheme, town planning conditions and assignment (associative array makes the building more attractive to people).



The aesthetic quality of the building or complex of buildings may be raised to the level of architectural and artistic images, i.e. the level of art, reflecting by means of architecture a certain idea of actively influencing human minds. To achieve the desired architectural and artistic qualities one should use composition, scale etc.

Architecture is as important for people as art. Maybe a lot of people do not notice, but the buildings around us, our surroundings affect our mental state, shape us as individuals. The architectural appearance of the building must be in tune with the modern era, to meet the aesthetic demands of people.

All stages of construction are controlled by agencies which monitor compliance with Federal Laws, Building regulations and Regional laws SP. These people are also responsible for compliance with all major requirements.

So, we understand the basic requirements of construction and on their basis to formulate the principal duties of the engineers in the field of construction. How do you become competent in the field of construction?

### **Becoming competent**

To be competent means to be able to act successfully on the basis of knowledge, skills and experience in the field of their professional activities.

We identified the main areas of activity of engineers in the construction industry. Everyone will be in varying level of competence, based on their experience, their knowledge and skills. Experience comes to everyone in the process of direct activity – hard work.

So the main source of competence is training. To become competent you need to conscientiously study, to expand your knowledge in various disciplines, to broaden your horizons. Skills are developed during practical classes; they should also be given special attention to.

Depending on the responsibilities of an engineer he/she should be well trained in certain disciplines.

Working on operational requirements engineers need to know such subjects as: architecture, design, history, sociology, ecology, descriptive geometry, engineering and computer graphics, mathematics, building physics, structural mechanics, material science and others. These are the disciplines which are necessary for proper design of the functional environment: 1) Knowledge in the field of architecture and design to create comfortable spaces; his-

tory and sociology allow us to determine the basic needs of society in the construction and formation of functional areas. 2) Knowledge of mathematics, physics, mechanics and material science to do some calculations and to choose the materials for floor, walls, ceiling, floors, etc. 3) Knowledge of geometry and graphics will allow you to arrange the project, which will be implemented by the formation of zones of the premises.

Proper design and implementation of technical requirements will be enabled by the knowledge in the following disciplines:

- mathematics
- geology
- chemistry
- mechanics
- mechanics of materials
- strength of materials
- engineering and computer graphics
- technology in the construction of utilities, etc.

Knowledge of these disciplines helps to carry out studies for the construction, to make accurate project and build the necessary structures.

Professionals in architecture, sociology, history, philosophy, psychology, cultural studies, material science, and mechanics work on the architectural requirements. Knowledge of the above mentioned disciplines is needed to create beautiful, beneficial effects on human exterior of the building.

### **Conclusion**

To be competent you need to clearly define your responsibilities and work hard, in accordance with your knowledge, skills and experience. So you have to study, constantly supplement and enrich your knowledge, broaden your horizons, develop your skills. Knowledge, skills and experience come with time. What is especially important is not to stand still, and keep moving forward.

### **References**

1. Патяева Н.В., Михайлова Е.Б. Учебное пособие по английскому языку для студентов инженерных специальностей. English for Engineering. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2010.
2. Патяева Н.В., Витько И.А., Самохина Е.А. Fresh Insight into Civil Engineering. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2010.
3. Коваленко О.В., Киселева Е.В., Тушева И.И. Highrise Construction. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2017.
4. Патяева Н.В., Михайлова Е.Б. Modern Technologies in Engineering. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2011.
5. Патяева Н.В., Витько И.А., Самохина Е.А. Building a House. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2007.

УДК 69:37

## ЗНАЧЕНИЕ ПРОФЕССИИ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ В ИСТОРИИ И СОВРЕМЕННОСТИ

Тушева И.И., Калинина К.С., Мухина А.А.

ННГАСУ, Нижний Новгород, e-mail: irinatusheva@mail.ru

Резюме: Трудно переоценить роль инженеров-строителей в истории человечества. Инженер-строитель – ключевая фигура в возведении зданий и разнообразных конструкций. Именно он направляет и контролирует осуществление строительства. После архитектора, инженер-строитель стоит на втором месте по владению всеми вопросами, связанными с возведением постройки. На этапе планирования, он является специалистом, который решает, какие материалы будут использованы. Определяющие факторы при этом – свойства и уровень качества строительных материалов. В ходе воплощения проекта в реальность роль инженера-строителя продолжает оставаться ключевой. Возникла профессия строителя в древние времена, когда людям потребовалось сооружение жилищ и убежищ от опасностей окружающего мира. Вся работа инженеров может быть представлена как совокупность выполнения множества разнообразных процессов, требующих высокого уровня профессиональной подготовки и личностных качеств.

**Ключевые слова:** профессия инженера, строительство, общекультурные компетенции, общетехнические компетенции, узкопрофессиональные компетенции, знания, навыки, умения

## CIVIL ENGINEERING OVER THE TIME

Tusheva I.I., Kalinina X.S., Mukhina A.A.

NNGASU, Nizhny Novgorod, e-mail: irinatusheva@mail.ru

The role of construction in the history of mankind is difficult to overestimate. The civil engineer is a very important person in the construction work, since he is the one who manages and controls everything. After the architect-designer, the civil engineer is probably the second among those who know everything about the construction project. At the time of planning, it is this specialist who decides which building materials will be used. Here he relies on knowledge of their properties and qualities, the successful experience of predecessors and competitors. When the design turns into reality, the role of the civil engineers keeps being of crucial importance. The profession of a builder was born in ancient times, at the time when there was a need for shelter and overnight stay. The profession of a builder consists of dozens of different processes which are necessary for creating a quality building: Analytical and simultaneously imaginative-spatial thinking, attentiveness to detail, ability to manage a large staff, punctuality, strong health, focus on results.

**Keywords:** civil engineering, construction, general cultural competences, general technical competences, professional competences, knowledge, skills, abilities

The role of construction in the history of mankind is difficult to overestimate. All the once erected grandiose designs by our ancestors became real monuments of architecture. A lot of people took part in their construction, among them there were representatives of the profession, which we now call «civil engineering». Who is a civil engineer?

The civil engineer is a very important person in the construction work, since he is the one who manages and controls everything. After the architect-designer, the civil engineer is probably the second among those who know everything about the construction project. At the time of planning, it is this specialist who decides which building materials will be used. Here he relies on knowledge of their properties and qualities, the successful experience of predecessors and competitors. The profession of a builder was born in ancient times, at the time when there was a need for shelter and overnight stay. At that time, natural materials were mainly used, which did not require additional processing. “Engineering has been an aspect of life since the beginnings of human existence.

The earliest practice of civil engineering may have commenced between 4000 and 2000 BC in ancient Egypt, the Indus Valley Civilization, and Mesopotamia (ancient Iraq) when humans started to abandon a nomadic existence, creating a need for the construction of shelter. During this time, transportation became increasingly important leading to the development of the wheel and sailing” [4].

The first known construction engineer is the Egyptian Imhotep, who lived around 2700 BC. He built a pyramid on his own project, for the first time decided to use a stronger limestone instead of raw brick. With the passage of time, the processes of erection of architectural structures are rapidly developing. Today, everyone is struck by the scale of the Egyptian pyramids and ancient Greek temples.

The construction was developing rapidly. New technologies and materials appeared. Modern building processes have reached unprecedented heights. The profession of a builder consists of dozens of different processes which are necessary for creating a quality building: Analytical and simultaneously imaginative-

spatial thinking, attentiveness to detail, ability to manage a large staff, punctuality, strong health, focus on results.

The main responsibility of the civil engineer is to draw up a work plan for construction, repair, reconstruction, as well as process monitoring and management.

The profession of a civil engineer is very much in demand today. It requires special abilities that would allow future builders to work in this area. Getting special knowledge is necessary for becoming specialists. Now in our country it became possible to study the specialty of building remotely. That is a good way not only to get a basic education, but also to improve your qualification, without detaching yourself from the production process for a long time.

Future specialists need knowledge in such areas as mathematics, drawing, logic, architecture, they need and develop the ability to lead people, if you decide to become a foreman, that is, the leader of the team of builders. The choice of the profession of a building designer or a civil engineer must be based on sound knowledge in this area. "Civil engineer" covers a huge range of jobs and all types of engineering. Civil engineers come from all different backgrounds but they all spend years training, learning and getting qualifications". [3]

This profession is most often chosen by representatives of the male sex. This is due to fairly large physical loads. But women often choose this profession too; in particular, they work in such specialties as a painter or a finisher.

The civil engineer is, first of all, the manager, who is responsible for the terms and quality of the work. The engineer works on a project (or plan) for future work, determines the time frame. Then the selection of specialists begins, the selection of the necessary building materials, the schedule of work is determined. The next stage is the direct control of the installation of structures, the use of finishing materials, the conformity of work to all norms.

Builders are conventionally divided into two large groups: managers or engineers and executors.

Builders-managers. This group includes specialists with higher engineering education. They are engaged in the design of general and narrowly focused systems. Depending on the direction of activity, this group includes the following specialists:

- Civil Engineer. A specialist who manages the processes at the construction site. He selects materials and searches for personnel. The calculation of the budget is also in his duties.

- Design engineer. The given expert develops the plan of construction, makes all necessary calculations. In doing so, he/she chooses the type and composition of building materials. The design is based on their weight and strength.

- Constructor of communications. His/her duties: the design of electrical networks, sewerage, water supply and other systems.

- Engineer surveyor. Specialist in landscapes. It is the specialist who makes topographic studies, on the basis of which the type and construction of the foundation of the future structure is selected.

Managing specialties direct all processes and are responsible for the quality of the result.

- Builders-executors. This segment includes most construction specialties:

- Bricklayer. This is a specialist involved in the erection of houses. Works with the laying of stone, brick, slabs and any other materials.

- The roofer. Specialist in the field of roof covering. It is thanks to this specialist that the roof does not leak and keeps heat.

- Facing. Specialist in the application of decorative building materials on the floor, walls of structures. Usually, marble, sandstone, tile, etc. are used for the work.

- Finisher. Finishing all surfaces. That includes painting of walls, wallpapering, wood-working, plastering, etc.

- Electrician. Paves electrical networks, installs and reinstalls equipment.

- The painter. Specialist in the cultivation and application of paints.

- Electric gas welder. Specialist in welding processes. Owns gas and arc method.

The advantages of this profession can be attributed to the demand of the labor market and sufficient salaries. A person with a higher technical education of a civil engineer can rise very quickly along the career ladder and after a couple of years attain a position of the senior engineer or a project manager. However, this profession often involves an unregulated schedule, work day and night. The construction can take place both indoors and outdoors, as it is necessary to control workers in a variety of weather conditions.

The profession of a builder is considered to be highly in demand. The need for more comfortable housing is constantly increasing. Demand causes the need for new buildings and the opening of additional construction vacancies.

Based on the analysis of the basic duties of the engineer and the requirements imposed on the profession by the society of the 21st century, it can be concluded that it is necessary for engineers to possess the following qualities:

- developed abstract thinking;
- analytical mind;
- large amount of long-term and operational memory;
- high level of development of spatial thinking;
- emotional stability;
- high noise immunity.

Mindfulness is an irreplaceable quality. It helps to perform complex and dangerous processes in very extreme conditions. An important addition is a good eye, which allows not to spend too much time on making measurements.

Analytical and at the same time image-spatial thinking, attentiveness to details, ability to manage a large staff. Punctuality, good health, focusing on results are also crucially important.

The work of a civil engineer assumes an analytical mindset, technical thinking, good visual memory, an accurate eye, care and accuracy. All these qualities together will help the engineer to correctly carry out all necessary calculations and make projects.

### **Pros and cons of professions**

The advantages of this profession can be attributed to the demand on the labor market and decent wages. A person with a higher technical education of a civil engineer can very quickly move up the career ladder and after a couple of

years attain a senior engineer or project manager. However, this profession often involves an unregulated schedule, work day and night. The construction can take place both indoors and outdoors, therefore it is necessary to control workers in a variety of weather conditions.

To become a true master, you need to be: patient and diligent; punctual and responsible; able to easily work in a team.

In addition, it is important to realize the following values:

- The value of human life;
- Preservation of the environment. [1:12–14; 2: 15–17]

Most people believe that the profession of a Civil Engineer cannot be called rare; in our country it is quite common. For several years, the labor market has seen a demand for representatives of the Civil Engineer profession, despite the fact that a lot of specialists are produced each year.

### **Список литературы**

1. Коваленко О.В., Киселева Е.В., Тушева И.И. Highrise Construction. – Н.Новгород, ННГАСУ, 2017.
2. Патяева Н.В., Витько И.А., Самохина Е.А. Fresh Insight into Civil Engineering. Н.Новгород, ННГАСУ, 2010.
3. What is civil engineering. Institution of Civil Engineers. – <https://www.ice.org.uk/what-is-civil-engineering>
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Civil\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/Civil_engineering) Civil engineering // Wikipedia.

УДК 69:37

## ПРОФЕССИЯ ИНЖЕНЕРОВ-СТРОИТЕЛЕЙ В 21 ВЕКЕ

Тушева И.И., Воронова В.В., Деулина Н.М.

ННГАСУ, Нижний Новгород, e-mail: irinatusheva@mail.ru

Результаты труда инженеров-строителей нас окружают повсюду. Это шоссе, железные дороги, жилые дома, школы, больницы, водопроводы и газопроводы и многое, многое другое. Быстрое развитие технологий и новейшие научные достижения вносят вклад в изменения на рынке труда. Для того, чтобы быть успешным специалистом в XXI веке, от специалиста требуются новые качества. Подготовка специалистов в стенах университета занимает от четырех до шести лет. Но этого не достаточно. Непрерывно появляются новые строительные материалы и новые технологии. Кроме того, подвержены изменениям также и условия окружающей среды. Все это предъявляет дополнительные требования к способности инженера адаптироваться к изменяющимся условиям. Профессия инженера-строителя сохраняет высокое значение и в новом тысячелетии. От строителей зависит, насколько комфортной будет жизнь людей. Это благородная профессия.

**Ключевые слова:** профессия инженера, строительство, общекультурные компетенции, общетехнические компетенции, узкопрофессиональные компетенции, знания, навыки, умения

## THE PROFESSION OF CIVIL ENGINEERING IN THE 21<sup>ST</sup> CENTURY

Tusheva I.I., Voronova V.V., Deulina N.M.

NNGASU, Nizhny Novgorod, e-mail: irinatusheva@mail.ru

The rapid development of technology and breakthrough scientific achievements contribute to the changing labor market. To be successful in the XXI century we will need new both professional and personal qualities. Students study 4–6 years to receive the civil engineer's profession. But it isn't enough. New construction materials and machines appear, environment conditions change, and engineers should adapt to the new situation. They have to meet technological challenges and satisfy the demands of the customer and consumers. Civil engineering is an important profession. These specialists make our world civilized, improve our life. Civil engineers are responsible for durability of buildings and constructions, so they are responsible for life and human health. Engineers with architects do our world beautiful. So, it is a noble profession.

**Keywords:** civil engineering, hard skills, soft skills, construction, general cultural competences, general technical competences, professional competences, knowledge, skills, abilities

A builder is one of the oldest professions. It appeared many years ago, when people left the cave and began to build their own habitation. Slaves were the first people who were engaged in construction. But, despite the fact that this profession appeared several millennia ago, it is still one of the most popular.

Construction is not only design and building – it is exploitation, assessment of land usage efficiency, economic and legal problems. The modern building complex requires competent specialists who are able to set and independently incorporate complex, non-standard engineering and design tasks.

“Civil engineering is everything you see that's been built around us. It's about roads and railways, schools, offices, hospitals, water and power supply and much more. The kinds of things we take for granted but would find life very hard to live without”. [3] Civil engineers deal with the following areas:

- Highways
- Water supply and water disposal
- City construction
- Industrial and civil engineering
- Hydrotechnical construction
- Production of construction materials

- Examination and management of real estate

- Combustible gas supply and ventilation

Probably the civil engineer is the second person after the architect-designer who knows all about the project of building. “Until modern times there was no clear distinction between civil engineering and architecture, and the term engineer and architect were mainly geographical variations referring to the same occupation, and often used interchangeably”. [4].

The types of professional activity of civil engineers are:

- building and reconstruction of industrial and civil buildings and structures
- preparation of project, design, budget and technical documentation
- maintenance of industrial and civil buildings and structures
- technological, information, legal and economic problems of construction.

The experts who are able to put and independently realize various tasks, both in the design and in the field of direct building and maintenance of construction objects. The civil engineer has to know: descriptive geometry and drawing; material strength; construction



mechanics; theoretical mechanics; bases of electrical equipment and electronics; automatic equipment; geology; hydraulics; heat engineering; technology of construction production; methods of calculation, design and quality control of building constructions; bases of budget estimation in construction and its financing; the principles of equipment of buildings water systems – and gas supply, power supply and communication, the sewerage and rubbish disposal; economy of industrial branches and enterprises.

The engineer has to know construction norms and rules (Construction Norms and Regulations), the budget project documentation, state standard specifications. Also engineer has to have skills of technical drawing and reading blueprints, has to be able to work with special Autocad, Grandsmeta programs. Many employers pay attention to knowledge of technical English as a necessary condition to hire a specialist.

The civil engineer should be able to: solve the tasks of building industrial and civil buildings and structures, supervise the general construction works, the installation of building structures, inspect the condition of buildings and structures, develop projects for the organization of construction and production of works, carry out architectural supervision over the construction of buildings and structures.

“Civil Engineers are creative people who solve problems. They come up with lots of ideas and then turn them into real things for people around the world to use”. [1: 5]. Professionally important qualities for civil engineers are:

- developed abstract thinking;
- analytical mind;
- large amount of long-term and operational memory;
- high level of development of spatial thinking;
- emotional stability;
- high noise immunity.

This profession demands a lot of diligence and devotion. To become successful it is necessary to love and respect the work. Being fond of work you achieve good results, you will become more self-assured and you will make a big contribution to the development of the country. It belongs not only to the civil engineer's profession. It is important to find a job what you really like and every morning go to your work with pleasure. Desire is the progress engine and no money will help there.

Time flies, and employers make new demands.

The rapid development of technology and breakthrough scientific achievements contrib-

ute to the changing labor market. To be successful in the XXI century we will need new both professional and personal qualities.

Today, the demands for the training of construction specialists range from building knowledge to marketing and economic knowledge. These are so-called hard skills (skills that can be visually demonstrated). First of all, they include a high-quality higher education. Many experts note a decrease in the level and depth of academic knowledge among graduates, which requires additional investments from the company. The company has to train half-educated people at their own expense, which is economically unprofitable. This also includes knowledge (or additional education) in the field of economics and business. Civil engineers have to understand economic and legal aspects of the activity for today. It will allow graduates to enter a personnel pool of the company and within the first 5–8 years of work to build up their management career.

But it isn't enough. The competent experts possessing soft skills are required for a modern construction complex. These are communicative and presentational skills, ability to work in a team and pro-activity i.e. ability to optimize processes in one's own work. The format of «interactive», for example, participation in an interuniversity business games best of all is suitable for their formation.

First of all engineering specialties will be demanded in many industrial and construction companies. At the same time, the engineers have to be experts «from capital letter». Engineers of the 21 century are engineers who contribute to the development of production, use of the best practices, ensure effective functioning of the enterprise.

To describe competences of a worker of 2020, it is necessary to understand approximately how a situation in the country, in the region and in our city will have been developed by that time. In crisis and post-crisis times the companies should work in the conditions of austerity, increase in production efficiency, decrease product cost. First, the employer will be more and more aimed at efficiency of each specific worker; will wait from him for the maximum return not only in respect of physical work, but also in respect of approach to work. Secondly, vacancies won't become any more numerous. There will be a competition for jobs in all the stable, socially oriented companies. In this contest not only the most professional but also most flexible applicants will be able to win, to work in conditions of continuous changes.

Considering these and some other tendencies, it is possible to call qualities which have to be inherent in the worker of 2020: high engineering qualification, flexibility in the situation of continuous changes, adaptability, involvement in the process of continuous improvements, and readiness for self-development.

Any expert has to be the professional of the business and aspire to it. The engineer has to be easily trained and above all has to develop and improve the skills. Separately it is necessary to tell about emotional intelligence, it increases survival in the environment, helps to adapt with the current market situation and to find a common language with team.

The rapidly changing world poses all the new demands for those who want to take place in the profession. One of them is the need to constantly replenish one's knowledge. If a young person leaves the university and believes that his training is over at this point, he has obviously lost. And, constantly developing, it is necessary to be able to find growth points in their professional activities – this is the task of the person himself, and not someone else. If one wants to be on demand, one has to be one step ahead.

Students study 4–6 years to receive the civil engineer's profession. But it isn't enough. New construction materials and machines appear, environment conditions change, and engineers should adapt to the new situation. They have to meet technological challenges and satisfy the demands of the customer and consumers. Customer is a person who does the order to the engineer. Consumers are people who will live in buildings which were designed by the engineer.

Civil engineering is an important profession. These specialists make our world civilized, improve our life. Civil engineers are responsible for durability of buildings and constructions, so they are responsible for life and human health. Engineers with architects do our world beautiful. So, it is a noble profession. "Civil Engineering is truly the profession that has shaped our past and is helping define and build our future" [2: 10].

Several buildings of the world with an unusual architecture:

1) An unusual house in Poland is completely devoid of right angles. It was created in 2004 by the architects Zalewski and Shotinsky. The architects were inspired to create such a bold construction by drawings of children's books by Per Oscar Dahlberg and Jan Marcin Shtanser. Despite the bizarre appearance, the curve of the house is incredibly functional and rightly considered one of the city's main attractions. Near this truly extraordinary structure, life and movement are constantly boiling. On the first floor of a quaint house there are cozy cafes and shops. And on the second one there is the estate of radio stations. If you visit Poland – be sure to take a picture against the backdrop of this futuristic structure.

2) Forest spiral, Darmstadt – The architect who designed this 12-storey residential building in Germany, considered straight lines as a tool of the devil. Perhaps, that is why his creation is twisted around a courtyard, and a real forest grows on the roof of it.

3) It is not necessary to go far to see unusual houses. Our country is an inexhaustible resource of talented authors and their unusual buildings, and the wooden skyscraper of Nikolai Sutyagin is no exception. This Archangel miraculous house is the tallest wooden structure in the world. It was created by the technology of our ancestors – without the use of nails. From the building with a height of 13 floors, an amazing view of the White Sea opened. Yes, it was opened. The house was illegally built and was dismantled to 4 floors in 2008, and in 2012 the building burned down completely. From the first wooden skyscraper in the world there was only a foundation.

#### Список литературы

1. Коваленко О.В., Киселева Е.В., Тушева И.И. Highrise Construction. – Н.Новгород, ННГАСУ, 2017.
2. Патяева Н.В., Витько И.А., Самохина Е.А. Fresh Insight into Civil Engineering. – Н.Новгород, ННГАСУ, 2010.
3. What is civil engineering. Institution of Civil Engineers. – <https://www.ice.org.uk/what-is-civil-engineering>
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Civil\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/Civil_engineering) Civil engineering // Wikipedia.

*Секция «Научно-инженерные аспекты архитектурного творчества»,  
научный руководитель – Лебединская А.Р., канд. физ.-мат. наук, доцент*

УДК 628.971:712.25

## ОСВЕЩЕНИЕ ПАРКОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Теряева К.А.**

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, e-mail: ksusha9955@yandex.ru*

Мир, в котором мы живем, нуждается в освещении. В хорошо освещаемом пространстве мы чувствуем себя более безопасно и комфортно. Свет позволяет нам наслаждаться красотой окружающего мира в любое время. Парковое освещение придает индивидуальный облик окружающему нас пространству. При этом крайне важно помнить об основных задачах при проектировании светотехнических схем и дизайн-проектов общественных пространств. В погоне за более красивым и ярким освещением нельзя забыть, что переизбыток света ведет к так называемому световому «загрязнению». Чтобы этого избежать необходимо придерживаться норм. В наше время существует большое количество фирм, которые занимаются производством паркового освещения, но чтобы не потеряться в многообразии выбора нужно знать основные правила, которыми стоит руководствоваться при выборе источников света.

**Ключевые слова:** парковое освещение, источники света, светильники, пространство, световое «загрязнение», нормы, парк, ландшафт, растения, свет, безопасность

## LIGHTING OF PARK TERRITORIES

**Teryaeva K.A.**

*South Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: ksusha9955@yandex.ru*

The world in which we live needs the light. In a well-lit spaces, we feel more safe and comfortable. Light allows us to enjoy the beauty of the world at any time. Park lighting gives the individual the appearance of the outside space. It is extremely important to remember about the main tasks when designing lighting schemes and design projects for public spaces. In the weather more beautiful and bright lighting we should not forget that too much light leads to the so-called light «pollution». To avoid this it is necessary to adhere to the norms. Nowadays there are a large number of companies that produce a green light, but not to get lost in the variety of choice you need to know the basic rules that should guide the choice of light sources.

**Keywords:** park lighting, light sources, lamps, space, light pollution, norms, park, landscape, plants, light, security

Пространство, в котором мы живем, нуждается в освещении. Оно обеспечивает комфорт и безопасность, позволяет наслаждаться красотой окружающего мира в любое время.

### Основные задачи

Парковое освещение придает индивидуальный облик окружающему нас пространству. При этом крайне важно соблюдение основных задач:

- Безопасность – современная парковая территория должна быть доступна для прогулок и времяпрепровождения на ней в любое время суток.
- Комфорт – освещение не должно доставлять дискомфорт ни находящимся в нем людям, ни жителям близстоящих домов, ни животным, проживающим на территории. Также оно призвано создать благоприятную атмосферу для созерцания гуляющими архитектурных и парковых элементов.
- Эстетика – осветительные приборы должны гармонично вписываться в окружающую среду.
- Экономичность в использовании.

Освещение должно обеспечивать общую ориентацию человека в пространстве.

Осветительные приборы не должны быть яркими и навязчивыми. Они должны излучать мягкий приглушенный свет и выгодно освещать нужные объекты.

Но стоит помнить, что нельзя допускать «загрязнения» освещением территории.

Световое загрязнение – это осветление ночного пространства за счет искусственных источников света, свет которых рассеивается в нижних слоях атмосферы.



Основные причины:

- Переизбыток уличного освещения светящиеся рекламные щиты
- Прожекторы

За счет излучаемого света, отраженного наверх, создается так называемый световой купол. Это вызвано неоптимальной и неэффективной конструкцией многих систем освещения, ведущей к расточительству энергии.

Излишнее световое загрязнение отрицательно влияет на здоровье человека, животных и окружающей среды в целом. Использование специальных светильников для наружного освещения позволяет свести к минимуму световое загрязнение.

Значительное место в решении искусственного освещения территорий зеленых насаждений занимают вопросы нормирования освещенности. В соответствии со СНиП П-4-79 среднюю горизонтальную освещенность территорий парков, садов, стадионов и выставок, следует принимать по табл. 1 [3].

Типы паркового освещения:

Функциональное освещение – к нему относятся пешеходные и прогулочные зоны, детские и спортивные площадки, велосипедные дорожки, зоны отдыха.

Самый элементарный способ создать наружное освещение любой территории – это равномерно расположить однотипные светильники.

Несмотря на свою простоту, этот способ идеален для функционального освещения дорожек, площадок и главных аллей парков. Равномерное освещение светильниками, находящимися на высоких опорах, подчеркивает грандиозность и официальность пространства и хорошо согласуется с равномерным заливающим освещением фасада здания. Их привязку производят к местам установки садовой мебели, пересечениям или изменениям направлений, границ покрытий. Особенно важно зафиксировать перепады рельефа – ступени, подпорные

**Таблица 1**

Нормы проектирования освещенности парковых территорий

| Освещаемые объекты                                                                                                                               | Средняя горизонтальная освещенность, лк |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                                                                  | Общегородские парки                     |
| Главные входы                                                                                                                                    | 6                                       |
| Вспомогательные входы                                                                                                                            | 2                                       |
| Центральные аллеи                                                                                                                                | 4                                       |
| Боковые аллеи                                                                                                                                    | 2                                       |
| Площадки массового отдыха: площадки перед входами в театры, кинотеатры, выставочные павильоны и на открытые эстрады; площадки для настольных игр | 10                                      |
| Зоны отдыха на территориях выставок                                                                                                              | —                                       |

Анализ примеров из практики позволяет рекомендовать следующие нормы освещенности, тип и высоту светильника, а также интервалы между светильниками на аллеях и площадках среди зеленых насаждений [2].

стены, склоны, обеспечивая безопасность передвижения по ним (рис. 1).

Ландшафтное освещение – подсветка пространства и элементов ландшафта: деревья, кустарники, МАФ и т.д.

**Таблица 2**

Нормы освещенности, типы и высоты светильников на парковых территориях

| Элемент территории | Ширина, м | Нормы освещенности, лк | Мощность ламп, Вт | Высота размещения светильника, м | Интервалы между светильниками, м |
|--------------------|-----------|------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Аллея              | 8         | 4                      | 160               | 4,5                              | 25                               |
|                    | 15        | 4                      | 125               | 6                                | 25                               |
| Площадка отдыха    | 25 x 25   | 10                     | 240               | 8,5                              | 25                               |
|                    | 100 x 120 | 10                     | 500               | 12,5                             | 27                               |



Чтобы подчеркнуть рельеф местности, создать некие визуальные контуры или отметить направление и форму пешеходных и автомобильных дорожек, используется так называемое маркировочное освещение. Светильники нужно располагать только вдоль тех линий и объектов, которые нуждаются в выделении.

При освещении растений, наиболее выигрышным является освещение с земли, при помощи встроенных в землю светильников.

Отдельные деревья, кустарники и цветы, а также группы растений рекомендуется освещать светильниками с лампами накаливания или прожекторами с ртутными лампами (рис. 2).

Архитектурно-художественная подсветка – подсветка памятников, сооружений, декоративных элементов

Для подсветки объемных сооружений чаще всего используются – прожекторы, установленные на невысоких подставках, в плоскости земли или в специальных бетонных выемках (рис. 3).

Декоративное освещение:

- постоянные и праздничные осветительные установки;
- проекционное освещение
- интерактивные световые установки;
- временные световые инсталляции.

Проекционное освещение – выведение различных световых элементов на различные вертикальные и горизонтальные поверхности (рис. 4).

Световые инсталляции – различные композиции, в создании которых задействовано освещение и пространство.



Рис. 1



Рис. 2





Рис. 3



Рис. 4

### Правила освещения парковых зон

Искусственное освещение парковой территории проектируется в зависимости от местоположения участка в плане города и его предназначения. Очевидно, что вечером посещаемость парка в центральной части города будет намного выше посещаемости парка, находящегося в пригороде, который привлекает посетителей обычно днем в выходные дни [4].

- Освещение отдельных участков территории парков должно быть дифференцированным как по общему характеру, так и по светотехническим свойствам.

- В зоне активного отдыха, где высокая плотность размещаемых зданий, сооружений и площадок, осветительные установки должны создавать общее впечатление нарядности с выделением светом отдельных

наиболее выигрышных объектов и созданием интересных композиций.

- Обширные площадки аттракционов, центральные площади рационально освещать мощными люминесцентными светильниками на высоких опорах.

- Освещение площадок перед выставочными залами, кинотеатрами, ресторанами может быть интересно решено венчающими светильниками на невысоких опорах с одновременным применением подсвечивания самих зданий и окружающих их зеленых насаждений.

- В зоне тихого отдыха уместно мягкое спокойное освещение фонарями с венчающими светильниками с применением люминесцентных ламп накаливания.

- Второстепенные аллеи предпочтительней освещать с помощью направленных

и рассеянных источников света, установленных в зависимости от мощности осветительных приборов на расстоянии 15—20 м на высоте 3–4 м.

• Для освещения парков и зеленых зон рекомендуется использовать источники света с белым светом. Он обеспечивает лучшую контрастность и цветопередачу, обеспечивая лучшую видимость для пешеходов.

Таким образом, для освещения парковых территорий и зеленых зон рекомендуется использовать металлогалогенные лампы или светодиоды с нейтральным (3700–5000 К) и теплым (2600–3700 К) белым светом.

### Подбор светильников

На мой взгляд, одну из лидирующих позиций на Российском рынке в данный момент занимает Группа компаний ROSA. ROSA – это предприятия, которое специализируется на проектировании и производстве полного спектра продукции для уличного и паркового освещения.

Данная продукция выполняет все выше запрошенные требования:

- уменьшение потребления электроэнергии до 75%,
- снижение эксплуатационных издержек и затрат на техобслуживание,
- возможность произвольного уменьшения потребляемой мощности,
- уменьшение количества светоточек, благодаря светотехническим параметрам,
- эстетичный и декоративный вид,
- светодиодные источники света не выделяют ни ультрафиолета, ни инфракрасного излучения.

Широкий ассортимент парковых опор, оголовников, бра и светильников ROSA позволяет подобрать идеальный вариант освещения городских территорий, зелёных зон, площадей и посёлков. Мы предлагаем современные решения с использованием LED светильников, а также светильников под газоразрядные лампы, на опорах из анодированного алюминия либо стальных опорах в стиле чугуна литья с покрытием из синтетического материала.



*Примеры наиболее популярных парковых светильников*

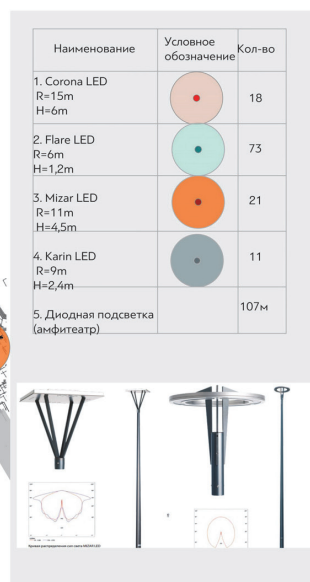
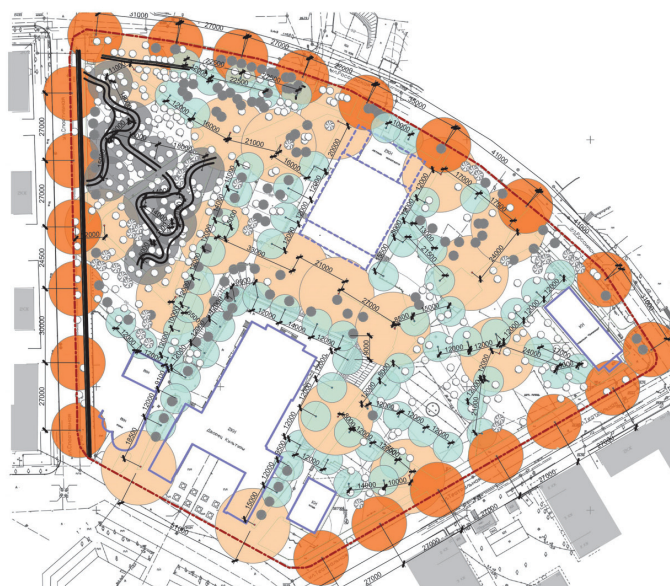
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ТЕРРИТОРИИ М 1:500



ДИЗАЙН-ПРОЕКТ БЛАГОУСТРОЙСТВА ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА ПО АДРЕСУ:  
РОСТОВСКАЯ ОБЛ, Р-Н БЕЛОКАЛИТВИНСКИЙ, Г. БЕЛАЯ КАЛИТВА, УЛ. ТЕАТРАЛЬНАЯ 1

ЛИСТ\_8

СХЕМА ОСВЕЩЕНИЯ И АРХ-ХУД ПОДСВЕТКИ М 1:500



ДИЗАЙН-ПРОЕКТ БЛАГОУСТРОЙСТВА ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА ПО АДРЕСУ:  
РОСТОВСКАЯ ОБЛ, Р-Н БЕЛОКАЛИТВИНСКИЙ, Г. БЕЛАЯ КАЛИТВА, УЛ. ТЕАТРАЛЬНАЯ 1

ЛИСТ\_14

*Дизайн-проект по благоустройству общественного пространства в г. Белая Калитва*

Данный дизайн-проект был представлен на конкурсе по благоустройству в Ростовской области, г. Белая Калитва. Проект выполнен проектным бюро «СРЕДА». Была выделена территория городского парка площадью 4 Га. На данном участке одной из основных проблем было практически полностью отсутствующее освещение, что приводило ко всем вытекающим последствиям. Было предложено решение данной проблемы путем четко продуманной расстановки осветительных приборов. На представленной ниже схеме можно увидеть, что каждая из зон имеет свой тип светильников [1].

Оранжевый цвет – MIZAR LED, расположено на периметру парка, радиус освещения достигает как тротуара, так и проезжей части.

- класс изоляции: II;
- напряжение питания: 120–277 V AC, 50/60 Hz;
- тип светодиодов: CREE XM-L2;
- материал: анодированный алюминий;
- цвет: нержавеющая сталь/ графит;
- монтаж: непосредственно на опоре с окончанием Ø60 x 80;
- рекомендованная высота монтажа: 5–6 м;
- диапазон рабочих температур от –40°С до +55°С;

Серый цвет – KARIN LED, расположен в зоне скейп-парка;

- класс изоляции: II;
- напряжение питания: 100–240 V AC, 50/60 Hz;
- источник света: CREE XT-E;
- рассеиватель: PMMA морозко;
- материал: анодированный алюминий;

Розовый цвет – CORONA LED, расположен в зонах наибольшего скопления объектов и людей. Имеет достаточно широкий радиус освещения.

- класс изоляции: II;
- напряжение питания: 220–240 V AC, 50/60 Hz;
- тип светодиодов: SAMSUNG LM561C;
- материал: анодированный алюминий;
- цвет: нержавеющая сталь/ графит;
- монтаж: непосредственно на опоре с окончанием Ø60 x 95;
- рекомендованная высота монтажа: 5–7 м;
- диапазон рабочих температур от –40°С до +55°С;

Голубой цвет – FLARE LED, расположен по всей территории парка, в основном на второстепенных путях движения.

- класс изоляции: II;
- напряжение питания: 100–240 V AC, 50/60 Hz;
- материал корпуса: анодированный сплав алюминия;
- цвет: нержавеющая сталь.

Таким образом, можно сделать вывод, что правильное парковое освещение играет очень важную роль как в общей композиции парковой территории, так и в атмосфере всего окружения. Светотехническая система имеет строгие стандарты, но и предполагает широкий творческий подход.

#### Список литературы

1. Каталог ROSA 2016–2017 г.
2. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
3. СНиП 11–4–79. Глава 4 Естественное и искусственное освещение.
4. <https://2svet.ru/news/59.html>.
5. <https://www.webkursovnik.ru/kartgotrab.asp?id=-44495>.



*Секция «Нефтегазовый комплекс России: проблемы и перспективы»,  
научный руководитель – Савельева Н.Н., канд. пед. наук*

УДК 502:699.8

**РАСЧЕТ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ГАЗА ПРИ ЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИИ В  
ДЕЙСТВУЮЩУЮ МАГИСТРАЛЬ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТНЫХ РАБОТ**

**Курасов И.С., Маслова Т.О.**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж,  
e-mail: fisis.vgtu@gmail.com*

Рассмотрен способ снижения выбросов природного газа в атмосферу при проведении ремонтных работ на магистральных газопроводах. Предложено перемещать часть газа из отключенного для проведения ремонта участка в соседний магистральный газопровод с помощью технологической перемычки. Данный способ не требует дополнительных капиталовложений и энергетических затрат для осуществления перекачки газа, поэтому в статье особое внимание уделено возможности применения данного метода на практике и оценен возможный экономический эффект от его применения. Приводится подробный технико-экономический расчет возможности использования перемычки для перемещения газа между магистральями. Решается вопрос применения стационарной и нестационарной математической модели при проведении расчетов. Исходные данные моделируются с максимальным приближением к реальным условиям, с учетом особенностей технологического проектирования магистральных газопроводов. Рассматриваемый метод предлагается использовать в качестве альтернативы стравливания газа через продувочные свечи и в случаях, когда невозможно и нецелесообразно применение газоперекачивающих устройств.

**Ключевые слова:** магистральные газопроводы, ремонтные работы, энергосбережение

**CALCULATION OF REDUCTION IN GAS EMISSIONS WHEN IT IS MOVED IN THE  
CURRENT PATHWAY IN THE PROCESS OF REPAIRS**

**Kurasov I.S., Maslova T.O.**

*Voronezh state technical University, Voronezh, Voronezh, e-mail: fisis.vgtu@gmail.com*

The method of reducing emissions of natural gas into the atmosphere during repair work on the main gas pipelines is considered. Proposed to move the gas from the deactivated to the repair station in a nearby gas main via a technological jumper. This method does not require additional investments and energy costs for gas pumping, so the article pays special attention to the possibility of applying this method in practice and assess the possible economic effect of its application. A detailed technical and economic calculation of the possibility of using a jumper to move gas between highways is given. The problem of application of stationary and non-stationary mathematical model in calculations is solved. The initial data are modeled with the maximum approximation to the actual conditions, taking into account the peculiarities of the technological design of the main gas pipelines. The considered method is proposed to be used as an alternative to gas flushing through blow-out candles and in cases where it is impossible and inappropriate to use gas pumping devices.

**Keywords:** main gas pipelines, repair works, energy saving

При проведении ремонтных работ на магистральных газопроводах, внутри трубы на участке ремонта остается большое количество газа под высоким давлением. Перед проведением работ этот газ, чаще всего, стравливают в атмосферу через продувочную свечу. Чтобы снизить вред от выбросов газа в атмосферу и получить экономию энергоресурсов целесообразно переместить часть газа через технологическую перемычку под действием разницы давлений.

Рассматривается участок газопровода Уренгой-Ужгород (построен в 1983 г.). В качестве исходных принимаются данные, которые были получены авторами от компании ООО «Газпром трансгаз Москва» Курское ЛПУМГ при участии в кейс-чемпионате SWSU Case Championship 2017 в секции «Теплогазоводоснабжение» [7].

Условно принимается проведение ремонтных работ на участке 23/3–19/3 между КС-1, КС-4 (рис. 1). Перемещение газа в соседний магистральный газопровод можно осуществить по имеющимся технологическим перемычкам А, Б или В [4]. На участке 23/3 – 19/3 давление газа изменяется от рабочего порядка 7,5 МПа до значения около 5,6 МПа перед компрессорной станцией КС-4. Для проведения ремонта останавливают работу установок КС-1. Давление по длине участка быстро выравнивается и принимает некоторое среднее значение  $P_{ср}$  [6]. Исходя из этого, по перемычке Б передачу газа можно осуществить только с помощью нагнетательного устройства, т.к. значение давления после КС-2 близко к рабочему. Естественным путем газ будет перемещаться по перемычкам А и В, однако в случае В будет



обеспечен большой перепад давления и, как следствие, перемещение большого объема газа. Последний вариант рассмотрим более подробно.

Запорные устройства (рис. 2) 23/3, 8 и 7 от КС-1, 19/3 находятся в положе-

нии «закрыто», устройство 20/3 – в положении «открыто». При открытии запорного устройства 29 объем газа под действием разности давлений начинает перемещаться по перемычке В в соседний газопровод.

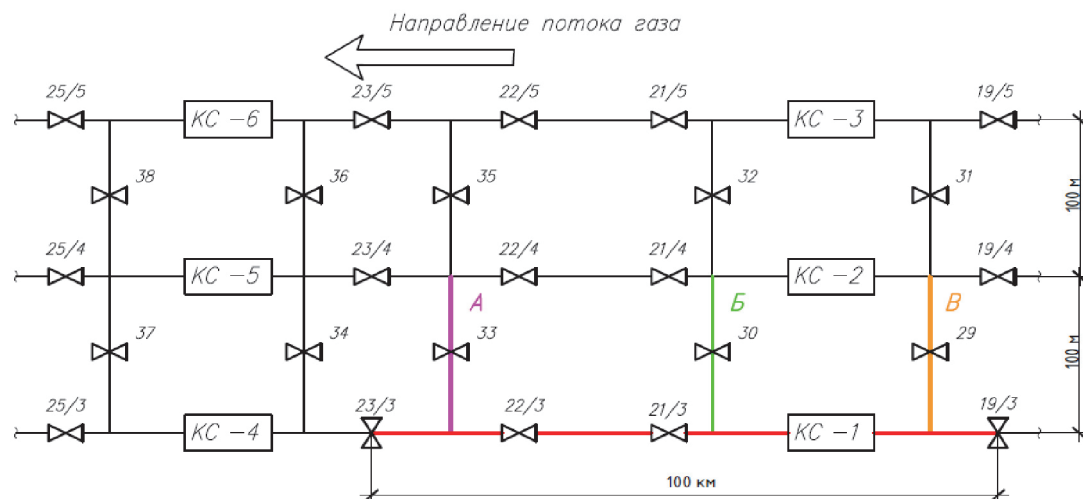


Рис. 1. Структурная схема участков магистральных газопроводов

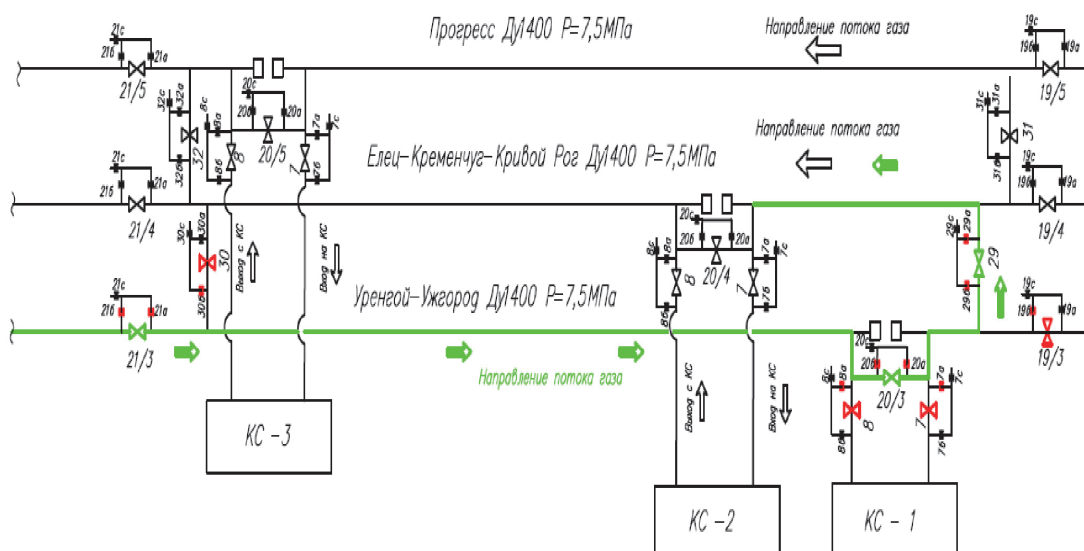


Рис. 2. Организация перемещения газа по перемычке В

Для детального анализа процесса используется математическая модель, представленная в [1, 5]. При отключении участка магистрали режим движения газа на участке отключения приобретет неустановившийся характер и описывается системой уравнений [4]:

$$\begin{cases} -\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \frac{\lambda \rho v^2}{2d} + \rho g \sin \alpha + \frac{\partial}{\partial x}[(1+\beta)\rho v^2]; \\ -\frac{1}{c^2} \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial(\rho v)}{\partial x}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $d$  – внутренний диаметр трубы, м;  $x$  – координата, совпадающая с осью трубы и направленная по течению газа, м;  $p$  – абсолютное среднее давление газа, Па;  $v$  – средняя скорость газа, м/с;  $\rho$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha$  – угол возвышения трубы над горизонтом, град.;  $t$  – время, с;  $\lambda$  – коэффициент гидравлического сопротивления участка газопровода, безразмерный;  $\beta$  – поправка Кориолиса, безразмерная, (при турбулентном течении 0,02–0,03);  $c$  – скорость звука

в газе, м/с;  $g$  – ускорение свободного падения, 9,81 м/с<sup>2</sup>;  $h$  – высота, на которой находится центр сечения  $x$ , м.

Преобразования данной системы (1), изложенные в [1, 5, 6] позволяют получить решения для некоторых частных случаев режима работы газопровода. Для рассматрива-

емого случая необходимо применять нестационарную модель режима работы, однако, для точных расчетов необходимо наличие достаточного количества исходных данных и граничных условий, что представляет определенную сложность. Для проведения расчетов с определенными допущениями можно использовать уравнения стационарной модели. Исходные данные для расчета представлены в таблице. Расчет ведется согласно рекомендациям [2, 3].

#### Исходные данные

| Параметр                                                            | Обозначение, формула      | Величина | Размерность                |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|----------------------------|
| Длина газопровода                                                   | $L$                       | 100      | км                         |
| Абсолютное давление в начале газопровода в начальный момент времени | $p_{н.0}$                 | 7,5      | МПа                        |
| Абсолютное давление в конце газопровода в начальный момент времени  | $p_{к.0}$                 | 5,6      | МПа                        |
| Длительность временного отрезка                                     | $\tau$                    | 300      | с                          |
| Средняя температура газа в газопроводе                              | $T_{cp}$                  | 293,15   | К                          |
| Внутренний диаметр газопровода                                      | $d$                       | 1,390    | м                          |
| Наружный диаметр газопровода                                        | $d_n$                     | 1,420    | м                          |
| Площадь внутреннего сечения газопровода                             | $F = (\pi d^2) / 4$       | 1,517    | м <sup>2</sup>             |
| Плотность газа в нормальных условиях                                | $\rho_{н.у}$              | 0,730    | кг/м <sup>3</sup>          |
| Плотность газа при $T_{cp}$                                         | $\rho$                    | 0,678    | кг/м <sup>3</sup>          |
| Относительная плотность газа по воздуху                             | $\Delta = \rho / 1,20451$ | 0,563    | безразмерная               |
| Коммерческий расход газа на участке магистрали                      | $Q_{год}$                 | 28       | млрд. м <sup>3</sup> /год. |
| Коэффициент годовой неравномерности потребления газа                | $K_r$                     | 0,85     | безразмерный               |
| Средний по длине газопровода коэффициент сжимаемости газа           | $Z_{cp}$                  | 0,88     | безразмерный               |

Коммерческий суточный расход газа на участке 23/3–19/3 определяется по формуле

$$Q_k = \frac{Q_{\text{год}}}{365 \cdot K_r} = \frac{28000000000}{365 \cdot 0,85} = 90249798,5495 = 90,2498 \text{ млн м}^3/\text{сут.} \quad (2)$$

Из коммерческого расход пересчитывается в нормальные условия по формуле:

$$Q = Q_k \frac{\rho_{\text{н.у.}}}{\rho} \frac{1}{0,864} = 90,2498 \frac{0,73}{0,678} \frac{1}{0,864} = 112,4671 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

Среднее давление в магистрали до открытия запорного устройства 29 определяется по следующей формуле

$$Q_{2k} = 3,32 \cdot 10^{-6} D^{2,5} \sqrt{\frac{P_1^2 - P_2^2}{\lambda Z_{\text{cp}} T_{\text{cp}} L \Delta}} = 3,32 \cdot 10^{-6} \cdot 1390^{2,5} \sqrt{\frac{(6,6^2 - 5,6^2) 1390^{0,2}}{0,038170,88 \cdot 293,150,1 \cdot 0,563}}; \quad (6)$$

$$Q_{2k} = 562 \text{ млн м}^3/\text{сут.}$$

Пересчитываем расход газа на нормальные условия:

$$Q_2 = Q_k \frac{\rho_{\text{н.у.}}}{\rho} \frac{1}{0,864} = 562 \frac{0,73}{0,678} \frac{1}{0,864} = 700,35 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (7)$$

Среднее давление в ремонтируемой магистрали после открытия запорного устройства 29 определяется по следующей формуле

$$P_{\text{cp}}^2 = \frac{2}{3} \left( P_1 + \frac{P_2^2}{P_1 + P_2} \right) = \frac{2}{3} \left( 6,6 + \frac{5,6^2}{6,6 + 5,6} \right) = 6,1137 \text{ МПа} \quad (8)$$

Объем газа на участке 23/3–19/3 при давлении 6,11 МПа составляет:

$$V_2 = \frac{V_{\text{трубы}} \cdot P_{\text{cp}}^2 \cdot T_{\text{н.у.}}}{TZP_{\text{н.у.}}} = \frac{151700 \cdot 6,1 \cdot 273,15}{293,15 \cdot 0,88 \cdot 0,1} = 9798149 \text{ м}^3. \quad (9)$$

Объем газа, который переместится в соседний газопровод, равен:

$$V_n = V_1 - V_2 = 10584817 - 9798149 = 786668 \text{ м}^3. \quad (10)$$

При средней стоимости природного газа 5,5 руб./м<sup>3</sup> экономия составит:

$$786668 \cdot 5,5 = 4326674 \text{ руб.} \quad (11)$$

Объем газа, сброшенный через продувочную свечу без использования перемычки, определяется:

$$P_{\text{cp}}^1 = \frac{2}{3} \left( P_1 + \frac{P_2^2}{P_1 + P_2} \right) = \frac{2}{3} \left( 7,5 + \frac{5,6^2}{7,5 + 5,6} \right) = 6,5959 \text{ МПа.} \quad (4)$$

Объем газа, находящийся в локализованном газопроводе, определяется:

$$V_1 = \frac{V_{\text{трубы}} \cdot P_{\text{cp}}^1 \cdot T_{\text{н.у.}}}{TZP_{\text{н.у.}}} = \frac{151700 \cdot 6,6 \cdot 273,15}{293,15 \cdot 0,88 \cdot 0,1} = 10584817 \text{ м}^3. \quad (5)$$

Коммерческий расход газа через перемычку В длиной 100 м при открытии запорного устройства 29 определяется по уравнению

$$V_c = \frac{\pi D^2 L}{4} P_{cp}^I \frac{293,15}{Z_{cp} \cdot T_{cp} \cdot 1,033} =$$

$$= \frac{3,1416 \cdot 1,39^2 \cdot 1,00 \cdot 1,00066}{4 \cdot 1,22 \cdot 1,033} =$$

$$= 11017459 \text{ м}^3. \quad (12)$$

где  $P_{cp}^I$  – среднее избыточное давление на участке, кгс/см<sup>2</sup>.

При этом финансовые потери составят:  
 $11017459 \cdot 5,5 = 60596025 \text{ руб.} \quad (13)$

Отношение перемещенного объема газа к сброшенному объему газа через продувочную свечу (или отношение их стоимостей) дает нам значение получаемой экономии:

$$\Xi = \frac{V_{п}}{V_c} \cdot 100\% = \frac{786668}{11017459} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{4326674}{60596025} \cdot 100\% = 7,14\%. \quad (14)$$

**Вывод.** Таким образом, использование перемычки дает выгоду в размере 7,14% от общих потерь энергетических ресурсов при сбросе газа в атмосферу. В реальных условиях экономия будет еще меньше, так как при проведении оценочного расчета не учитывается ряд факторов (неизотермичность течения газа, взаимодействие встречных потоков газа, нелинейный характер потерь давления и т.д.). Если при проведении ремонта планируется просто сбросить газ в атмосферу, то целесообразно будет реали-

зовать перемещение части газа через перемычку, а затем осуществлять сброс газа.

### Список литературы

1. Трубопроводный транспорт нефти и газа: Учеб. для вузов / Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Недра». – 1988. – 368 с.
2. Справочник по проектированию магистральных трубопроводов / А.К. Дерцакян, М.Н. Шпотаковский, В.Г. Волков и др. / под ред. А.К. Дерцакяна. – Л.: «Недра». – 1977. – 519 с.
3. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов. СТО Газпром. – М.: ОАО «Газпром». – 2006. – 192 с.
4. Ванчин А.Г. Гидравлический расчет перемычек между магистральными газопроводами // Нефтегазовое дело: Электронный научный журнал. – 2012. – №6. – С. 177–183. – URL: [http://ogbus.ru/authors/Vanchin/Vanchin\\_7.pdf](http://ogbus.ru/authors/Vanchin/Vanchin_7.pdf) (дата обращения: 27.09.2017).
5. Ванчин А.Г. Методы расчета режима работы сложных магистральных газопроводов // Нефтегазовое дело: Электронный научный журнал. – 2014. – №4. – С. 192–214. – URL: [http://ogbus.ru/issues/4\\_2014/ogbus\\_4\\_2014\\_p192-214\\_VanchinAG\\_ru.pdf](http://ogbus.ru/issues/4_2014/ogbus_4_2014_p192-214_VanchinAG_ru.pdf) (дата обращения: 27.09.2017).
6. Ванчин А.Г. Определение границ применения стационарной и нестационарной моделей работы газопровода // Нефтегазовое дело: Электронный научный журнал. – 2014. – №1. – С. 598–617. – URL: [http://ogbus.ru/authors/Vanchin/Vanchin\\_17.pdf](http://ogbus.ru/authors/Vanchin/Vanchin_17.pdf) (дата обращения: 29.09.2017).
7. URL: <http://ctv.swsu.ru/events/scc-2017-sektsiya-teplogazovodosnabzhenie/> (дата обращения: 26.09.2017).

*Секция «Оздоровление окружающей среды»,  
научный руководитель – Акбасова А.Д., д-р техн. наук, профессор*

УДК 620.193:691

## **КОРРОЗИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МАВЗОЛЕЯ ХОДЖИ АХМЕДА ЯСАВИ**

<sup>1</sup>Акбасова А.Д., <sup>2</sup>Аубакиров Н.П., <sup>2</sup>Нурсултан А.Н.

<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави, Туркестан,  
e-mail: khaitmetova@list.ru;

<sup>2</sup>Казахский национальный агроуниверситет, Алматы

Приведены сведения об уникальном памятнике истории, архитектуры и культуры Казахстана – мавзолее Ходжи Ахмеда Ясави (Туркестан), который в июне 2003 года включен в список Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО. Рассмотрены и выявлены экологически опасные факторы, существующие как на территориях охраняемых зон мавзолея, так и непосредственно в его строительных конструкциях. Для каждого фактора установлены причины проявления и объекты воздействия. К основным видам разрушающих процессов отнесены химическая (углекислотная, магнизиальная, общекислотная, сульфатная и другие), физическая (колебание температуры и влажности) и биогенная коррозия с участием микроорганизмов. Проанализированы химические коррозионные процессы и реакции, лежащие в их основе, которые приводят к разрушению элементов строительных конструкций. На основе анализа антропогенных и природно-климатических факторов рассмотрены причины образования солевых отложений на различных участках стен, куполов и фундаментов мавзолея. Представлены химические составы современных бентонитовых глин и других природных строительных материалов, используемых при реставрации.

**Ключевые слова:** мавзолей Ходжи Ахмеда Ясави, Казахстан, коррозионные процессы, солевые отложения

## **CORROSION PHENOMENA ON STRUCTURES MAUSOLEUM OF KHOJA AHMED YASAWI**

<sup>1</sup>Akbasova A.D., <sup>2</sup>Aubakirov N.P., <sup>2</sup>Nursultan A.N.

<sup>1</sup>International Kazakh-Turkish University named after H.A. Yasawi, Turkistan,  
e-mail: khaitmetova@list.ru;

<sup>2</sup>Kazakh National Agrouniversity, Almaty

Information on the unique monument of history, architecture and culture of Kazakhstan – the mausoleum of Khoja Ahmed Yasawi (Turkistan), which in June 2003 was included in the list of the World Cultural Heritage of UNESCO, is given. Ecologically dangerous factors existing both on the territories of the protected zones of the mausoleum and directly in its building structures are considered and identified. For each factor, the causes of manifestation and objects of exposure are established. The main types of destructive processes are chemical (carbon dioxide, magnesium, common acid, sulphate and others), physical (temperature and humidity fluctuations) and biogenic corrosion involving microorganisms. The chemical corrosion processes and reactions underlying them are analyzed, which lead to the destruction of elements of building structures. Based on the analysis of anthropogenic and natural-climatic, biological factors, the reasons for the formation of salt deposits in various parts of the walls, domes and foundations of the mausoleum are considered. Presented are the chemical compositions of modern bentonite clays and other natural building materials used in the restoration.

**Keywords:** Khodzha Akhmed Yasavi mausoleum, Kazakhstan, corrosion processes, salt deposits

Архитектурные памятники обладают не только культурной и исторической ценностью, но важными социальными функциями: служат для развития науки, образования и культуры, способствуют формированию патриотизма, идейно-нравственного и эстетического воспитания будущего поколения [1–2].

В действующем Законе Республики Казахстан от 2 июля 1992 г. № 1488–XII «Об охране и использовании историко-культурного наследия» отмечается, «... что историко-культурное наследие как важнейшее свидетельство исторической судьбы народа, как основа и неперемненное условие его настоящего и будущего развития, как состав-

ная часть всей человеческой цивилизации требует постоянной защиты от всех опасностей». Соответственно соблюдение требований, определяемых этим законом, является нравственным долгом и обязанностью всех юридических и физических лиц.

Если сто лет назад физическое состояние древних сооружений зависело от времени (естественное старение строительного материала) и изменения природных факторов (суточные и сезонные колебания температур, атмосферные явления), то сейчас они испытывают огромную техногенную нагрузку. Преобразования исторических территорий за последние годы приняли та-



кую форму и интенсивность, что угрожают физическому состоянию архитектурных памятников. Причиной потери устойчивости памятников архитектуры являются не только природные катаклизмы и техногенные изменения окружающей среды, но недостаточное и несвоевременное внимание и непонимание важности сохранения их для нынешних и будущих поколений.

Мавзолей Ходжа Ахмеда Ясави с 2003 года включен в Список Всемирного Наследия Организацией Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) на основании критериев ценности, указанных в «Конвенции об охране Всемирного культурного и природного наследия». Включение мавзолея Ходжа Ахмеда Ясави в этот Список обязывает наше государство охранять и сохранить этот выдающийся памятник, являющийся достоянием всего человечества [3].

Рассматриваемые объекты находятся вблизи селитебных зон и подвержены влиянию внешних экзогенных воздействий, включая загрязненные атмосферные осадки, грунтовые воды и другие факторы. Как известно, с каждым годом в результате интенсификации производственной деятельности скорость негативных процессов, связанных с влиянием антропогенных факторов, возрастает в геометрической прогрессии, что может привести к нарушению целостности данных уникальных архитектурных памятников. Поэтому в наше время так остро встает вопрос о выявлении различных природно-климатических и техногенных видов воздействий на состояние памятников и общем постоянном мониторинге. В сохранении исторических объектов наиважнейшей задачей считается обнаружение причин негативных факторов, и они могут быть выявлены только в ходе длительного непрерывного наблюдения. В связи с этим разработка новых или усовершенствованных способов и методов продления жизнеспособности памятников истории, архитектуры и культуры является актуальной задачей.

В данной работе рассмотрены и выявлены экологически опасные факторы, существующие как на территориях охраняемых

зон мавзолеев, так и непосредственно в их строительных конструкциях. Для каждого фактора установлены причины проявления и объекты воздействия. Выявлены факторы экологической опасности, оценены возможные последствия их воздействия, меры профилактики и предложены мероприятия, которые необходимо предпринимать для уменьшения или предотвращения воздействия факторов.

При строительстве мавзолея Ясави глины были взяты из урочище Сауран, что в 35 километрах от Туркестана. Для глазурей взят песок Котырбулакского и глина Туетаского карьеров, ныне действующих. Работая с Сауранской глиной, реставраторы сумели получить кирпичи и изразцы, идентичные оригиналу, но все-таки по качеству намного уступающие историческим вариантам.

В настоящее время Туркестанская реставрационная мастерская с нашим участием осваивает древнюю технологию производства кирпича, глазури и керамики. Но до сих пор достичь в совершенстве технологию не удастся, что требует проведение фундаментальных исследований по изучению свойств как исторических, так и современных строительных материалов. Предполагается создание экспериментального сооружения (полигона) из современных материалов для исследования воздействий антропогенных факторов, совместимости строительных материалов разного периода. Пока керамические свойства материалов мавзолея по прочности в 5 раз превышают современные кирпичи.

В основе процессов производства и практического использования разнообразных вяжущих веществ лежат сложные химические процессы, которые и служили предметом наших исследований.

Химический состав современной Сауранской глины после многократного промывания в значительной мере характеризует ее пригодность для производства строительных реставрационных изделий. В таблице представлен химический состав кирпича со следующими основными оксидами. Кроме того, проведен анализ цвета, фактуры, физико-механических показателей кирпича.

Результаты химического анализа кирпича

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO | TiO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | S    | П.п.п. |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|------|--------|
| 54,3             | 16,5                           | 5,1                            | 8,16 | 2,4 | 0,96             | 0,15                          | 1,20             | 0,79              | 0,36 | 1,3    |

Каждый оксид вносит определенный вклад в свойство строительных изделий. Оксиды щелочноземельных металлов кальция и магния способствует спеканию керамических масс. Содержание оксидов калия и натрия не превышает 1,2%, они снижают влагопоглощение кирпича. В связи с тем, что Сауранская глина была использована для получения строительных материалов нами было изучено ее технологические свойства. Эти свойства обуславливаются процессами, происходящими в материале при затворении строительных изделий водой, формовании, сушке, обжиге.

Длительный срок выдерживания эксплуатации мавзолеев объясняется именно свойствами бентонитовых глин, входящих в состав строительных изделий. Они выдерживают неограниченное количество циклов гидратации – дегидратации и легко переносит смену сезонов года. Кроме того, материалы содержащие данную глину самостоятельно легко восстанавливаются при получении повреждения.

Для изготовления формовочных смесей нами кроме Сауранской глины использован перлит. Формовочные смеси на их основе отличаются высокой прочностью, оптимальной газопроницаемостью и легко формировались.

Для изготовления гипсовых вяжущих веществ реставраторами был использован природный ангидрит, т.е. горная порода осадочного происхождения, состоящая из безводного сульфата кальция  $\text{CaSO}_4$ . Под действием грунтовых вод и атмосферных осадков ангидрит гидратируется и частично переходит в двухводный гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Соответственно применение ангидрита уменьшило водостойкость и морозостойкость материалов.

На основе наших экспериментальных данных установлено, что растворимость ангидрита зависит от наличия солей не вступающих с ним в химическую реакцию. Например, присутствие хлоридов ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ) и сульфатов ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) увеличивают растворимость ангидрита. Гидроксиды аммония, кальция и др. металлов наоборот снижали растворимость.

Увеличение растворимости ангидрита в присутствии хлоридов или сульфатов объяснимы ускорением процесса гидратации по следующей реакции

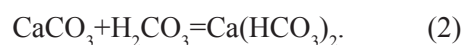


Как показали результаты исследований, прочность вяжущего материала во влажной

среде снижается. Для сохранения прочности нами добавлен обожженный доломит Каратауского месторождения (3–8%).

Во всех строительных материалах содержится  $\text{CaCO}_3$ , в связи с этим они вступают легко в химические реакции с веществами, находящегося в окружающей среде, и это сопровождается с образованием легкорастворимых продуктов. К этим процессам относится углекислотная, магниевая, общекислотная и щелочно-силикатная коррозия [4].

Углекислотная коррозия. Диоксид углерода содержится в атмосферных осадках. Значительное его содержание приводит к растворению карбоната кальция:

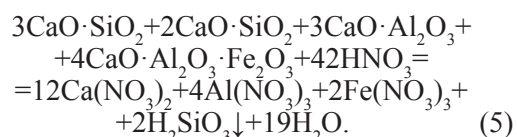


Магниевая коррозия. Этот вид коррозии вызван с содержанием солей Mg в грунтовой воде:



Образующийся гидроксид магния малорастворим и выпадает в осадок в виде рыхлой массы, проницаемой для воды.

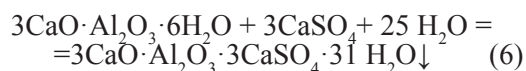
Общекислотная коррозия – разрушение под действием органических и неорганических кислот. При действии неорганических кислот образуются соли кальция, алюминия и железа. Общее уравнение обменной реакции взаимодействия минералов, содержащихся в строительных изделиях можно представить следующей реакцией:



Образующиеся растворимые соли легко вымываются водой. Нерастворимые в воде продукты коррозии сохраняются в виде рыхлых масс. В результате камень или кирпич с течением времени полностью разрушается. Из органических кислот очень агрессивно влияют молочная и др. кислоты, которые образуются при разложении птичьих пометов.

Щелочно-кислотная коррозия. Образующаяся при общекислотной коррозии рыхлая масса диоксида кремния реагирует с  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$ , входящими в состав строительных материалов. При этом образуются растворимые силикаты натрия и калия. Это приводит к снижению прочности кирпича, камня и других материалов.

Сульфатная коррозия. Как показали результаты исследований колодезные воды (грунтовые воды) содержат сульфаты. Насыщение сульфатом кальция за счет капиллярного поднятия грунтовых вод и проникновения их в строительные материалы, а также наличие сульфата в самих строительных изделиях вызывает данный вид коррозии. Сульфат кальция может взаимодействовать с гидроалюминатом кальция с получением тригидросульфалюмината по следующей реакции:



При образовании гидросульфалюмината кальция наблюдается увеличение объема кристаллов за счет кристаллизации с 31 молекулами воды. Соответственно, рост кристаллов тригидросульфалюмината кальция вызывает разрушение кирпича, камня и других строительных изделий.

К основным факторам разрушающим строительные конструкции также можно

отнести биогенное разрушение в результате развития микроорганизмов, а также физические связанные с температурно-влажностными колебаниями среды: попеременное высыхание и увлажнение, замерзание и оттаивание. При физической коррозии происходит деформация строительного материала и его разрушение.

Вышерассмотренные виды коррозии в совокупности приводят к соленакоплению на различных участках стен и фундаментов мавзолея, что и является основным разрушающим агентом строительных конструкций.

#### Список литературы

1. Михайловский Е. Общественное значение памятников архитектуры // Теория и практика реставрационных работ: Сборник № 3. НИИТИиПСА. – М., 1972.
2. Кравченко Ирина Геннадьевна. Памятник как социальный феномен: дис. ... канд. философ. наук. – Волгоград, 2008. – 137 с.
3. Клаус Л. Мавзолей Ходжи Ахмеда Яссауи // Казахстанский научно-популярный журнал OYLA. Культура, 14 мая 2017 г.
4. СНиП РК 2.01–19–2004. Защита строительных конструкций от коррозии.

УДК 631.861:633.491

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СМЕСИ  
БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ И ВЕРМИКОМПОСТА****<sup>1</sup>Байхамурова М.О., <sup>2</sup>Азимхан А.Н., <sup>1</sup>Абseit А.С.***<sup>1</sup>Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави, Туркестан,  
e-mail: indi\_aimbetova@mail.ru;**<sup>2</sup>Казахский национальный агроуниверситет, Алматы*

В данной работе представлены экспериментальные результаты, полученные при исследовании влияния суспензии, представляющей смесь из природного материала-бентонитовой глины и вермикомпоста (условное название смеси «Бентбиокомпост») на урожай и качество картофеля. Вермикомпост получен утилизацией сельскохозяйственных отходов ускоренным вариантом вермитехнологии с использованием красных калифорнийских червей. Действия препарата «Бентбиокомпоста» на рост, развитие и урожайность картофеля изучено в сероземной почве в лабораторных и полевых условиях. Проведены фенологические наблюдения в полевых условиях по фазам развития: всходы, бутонизация, цветение (начало и полное) и отмирание ботвы (начало), а биометрические учеты замером высот надземной части растений, количеств и масс стеблей листьев и клубней. Показана возможность применения «Бентбиокомпоста» в качестве ростстимулирующего и повышающего урожайность картофеля препарата. Установлено, что наиболее интенсивное пробуждение почек клубней картофеля наблюдается при обработке семенных материалов суспензионным раствором «Бентбиокомпоста», включающий 10 % бентонита и 3 % вермикомпоста. При этой концентрации препарата также выявлено повышение урожайности рассматриваемой культуры за счет усиления клубнеобразования и увеличения их масс.

**Ключевые слова:** смесь, бентонит, вермикомпост, урожайность, картофель**INVESTIGATION OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE MIXTURE OF BENTONITE  
CLAY AND VERMIKOMPOST****<sup>1</sup>Baykhamurova M.O., <sup>2</sup>Azimhan A.N., <sup>1</sup>Abseit A.S.***<sup>1</sup>International Kazakh-Turkish University named after H.A. Yasawi, Turkistan,  
e-mail: indi\_aimbetova@mail.ru;**<sup>2</sup>Kazakh National Agrouniversity, Almaty*

This paper presents the experimental results obtained by studying the effect of a suspension representing a mixture of natural material-bentonite clay and vermicompost (the conventional name for the mixture «Bentbiocompost») for the yield and quality of the potato. Vermicompost was obtained by recycling agricultural waste with an accelerated version of vermitechnology using red Californian worms. The action of the drug «Bentbiocompost» on the growth, development and yield of potatoes was studied in serozem soil in laboratory and field conditions. Phenological observations in field conditions were carried out in the development phases: shoots, budding, flowering (beginning and full) and dying of the tops (beginning), and biometric counts by measuring the heights of the aboveground part of plants, quantities and masses of stems of leaves and tubers. The possibility of applying «Bentbiocompost» as a growth-stimulating and potato-raising potato is shown. It has been established that the most intensive awakening of kidneys of potato tubers is observed when processing seed materials with suspension solutions of «Bentbiocompost», including 10 % bentonite and 3 % vermicompost. With this concentration of the drug, an increase in the yield of the crop under consideration was also revealed due to the enhancement of tuber formation and the increase in their mass.

**Keywords:** mixture, bentonite, vermicompost, yield, potato

В течение многих десятилетий над созданием эффективно действующих ростстимулирующих и повышающих урожайность сельскохозяйственных культур препаратов работают многие научные коллективы как в нашей республике, так и зарубежом. Среди многообразия органических соединений особое место в этом плане занимают вермипродукты и их смеси с природными материалами, обладающие рядом ценных биологических свойств [1–3].

Разработка составов, обладающих комплексом полезных свойств, и установление зависимости их свойств от соотношений составных компонентов является достаточно серьезной и трудоемкой задачей.

Особый научно-практический интерес представляет синтез на основе различных природных материалов стимуляторов роста растений. Их применение дает возможность целенаправленно регулировать важнейшие процессы в растительном организме, полнее реализовать потенциальные возможности сорта, заложенные в геноме природой и селекцией.

Важным аспектом действия стимуляторов роста является повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды – высоким и низким температурам, недостатку влаги, фитотоксичному действию пестицидов, поражаемости болезнями. Использование стимуляторов роста

в подготовке семян к посеву повышает энергию прорастания и полевую всхожесть, препятствует распространению посевными материалами болезней и вредителей, создает для проявляющихся проростков улучшенное питание, способствует раннему созреванию и увеличению урожая.

В данной работе представлены экспериментальные результаты, полученные при исследовании влияния суспензии, представляющей смесь из природного материала-бентонитовой глины и вермикомпоста (условное название смеси «Бентбиоком-пост») на урожай и качество картофеля. Вермикомпост получен утилизацией сельскохозяйственных отходов ускоренным вариантом вермифтехнологии с использованием красных калифорнийских червей [4].

Для установления оптимальной дозы «Бентбиокомпоста» в лабораторных условиях изучено его действие на пробуждение почек клубней картофеля. С этой целью проведено замачивание клубней в суспензионных растворах препарата, включающих бентонитовую глину с постоянным его содержанием равным 10%, а концентрация вермикомпоста менялась от 0,1 до 5%. Исходный раствор вермикомпоста получен растворением твердого вермикомпоста в воде при соотношении компонентов, соответственно равным 1:5. Далее из полученного экстракта готовились растворы необходимой концентрации для получения

смесового раствора с бентонитовой глиной. Для сравнения в качестве контрольного препарата использована вода. Повторность опыта шестикратная, в каждом повторении для эксперимента использованы по 20 клубней картофеля сорта «Каратоп», их проращивание осуществлено в ящиках с влажными опилками. Подсчет проросших клубней проведены через 15 дней после закладки опыта.

Действия препарата «Бентбиокомпоста» на рост, развитие и урожайность картофеля изучено в сероземной почве в лабораторных и полевых условиях на производственной территории ботанического сада МКТУ им. Х.А. Ясави.

Фенологические наблюдения проведены в полевых условиях по фазам развития: всходы, бутонизация, цветение (начало и полное) и отмирание ботвы (начало).

Биометрические учеты проведены замером высот надземной части растений, количеств и масс стеблей листьев и клубней.

Полученные экспериментальные данные представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, оптимальной концентрацией вермикомпоста в смеси с бентонитом (10%) является его содержание 3%. Более высокие концентрации задерживают рост почек. В связи с этим далее эксперименты по влиянию препарата на фенологическое развитие картофеля проведены с использованием этого состава (табл. 2).

**Таблица 1**  
Влияние препарата «Бентбиокомпоста» на пробуждение почек клубней картофеля

| Варианты лабораторного опыта                                  | Количество пробудившихся почек клубней |             |         |            | % к контролю |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------|---------|------------|--------------|
|                                                               | Всего                                  | из них      |         |            |              |
|                                                               |                                        | верхушечные | боковые | пуповинные |              |
| Контроль (вода)                                               | 5,0                                    | 3,7         | 1,3     | 0          | 100,0        |
| Бентонит, 10 %                                                | 5,5                                    | 3,8         | 1,4     | 0,3        | 110,0        |
| Бентбиокомпост: бентонит 10 % и вермикомпост, соответственно: |                                        |             |         |            |              |
| 0,1                                                           | 5,4                                    | 3,4         | 1,7     | 0,3        | 108,0        |
| 1,0                                                           | 6,6                                    | 4,0         | 2,3     | 0,3        | 132,0        |
| 3,0                                                           | 7,2                                    | 4,2         | 2,5     | 0,5        | 144,0        |
| 5,0                                                           | 6,5                                    | 4,1         | 2,0     | 0,4        | 130,0        |



Таблица 2

Действие «Бентбиокомпоста» на ферментативную активность и на количество (числитель) и массу (знаменатель) клубней, шт/г

| Варианты опыта                                   | 22 июля                |                                                            | 17 августа             |                                                            |
|--------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                  | Характеристика клубней | Активность каталазы в клубнях, мл O <sub>2</sub> /г за час | Характеристика клубней | Активность каталазы в клубнях, мл O <sub>2</sub> /г за час |
| Контроль (вода)                                  | 6,0<br>290             | 36,1                                                       | 8,5<br>553             | 38,4                                                       |
| Бентонит, 10 %                                   | 8,1<br>374             | 45,4                                                       | 9,6<br>630             | 46,0                                                       |
| Бентбиокомпост (бентонит 10 %, вермикомпост 3 %) | 9,2<br>484             | 52,3                                                       | 12,0<br>721            | 55,9                                                       |

На основе экспериментальных данные выявлено, что изученный нами новый препарат «Бентбиокомпост» стимулирует прорастание клубней, ускоряет появление всходов на 3 дня и растение вступает в фазы бутонизации и цветения на 3–4 дня раньше по сравнению с контролем. Кроме того как показали результаты экспериментальных наблюдений, обработанные «Бентбиокомпостом» семена картофеля дают большее количество не только наземной части, но и усиливают клубнеобразование (табл. 2).

Увеличение количества стеблей куста на 2,0 и более против контроля является результатом прорастания большого числа почек в глазках по всей поверхности клубней, а интенсивный рост ботвы опытного растения оказал положительное влияние на рост массы клубней, т.е. установлено повышение продуктивности картофеля (табл. 2).

Таким образом как следует из данных, полученных в лабораторных и производственных условиях, «Бентбиокомпост», состоящий из смеси бентонитовой глины и вермикомпоста является ростстимулирующим и повышающим урожайность картофеля составом.

### Выводы

Показана возможность применения «Бентбиокомпоста», состоящей из смеси бентонитовой глины и вермикомпоста, в качестве ростстимулирующего и повышающего урожайность картофеля препарата.

Установлено, что наиболее интенсивное пробуждение почек клубней картофеля наблюдается при обработке семенных материалов суспензионным раствором «Бентактива», включающий 10 % бентонита и 3 % вермикомпоста. При этой концентрации препарата также выявлено повышение урожайности рассматриваемой культуры за счет усиления клубнеобразования и увеличения их масс.

### Список литературы

1. Бабенко А.С., Ван Джа Нин Перспективы использования вермикомпоста в защите растений // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2010, № 1(9). – С.105–110.
2. Терещенко Н.Н., Бубина А.Б. К вопросу о природе ростостимулирующих и фунгистатических свойств вермикомпоста // Материалы II Международной конференции «Дождевые черви и плодородие почв». Владимир. 2004. – С. 144–147.
3. Штерншис М.В. Биологическая защита растений: учебн. для вузов. – М.: Колос С., 2004. – 264 с.
4. Патент РФ №RU2577059. Ускоренный способ комплексного вермикомпостирования и вермикультивирования / Акбасова А.Д., Исаков О.А. Дата публикации 10.03.16. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент).

УДК 631.8:627.8(574.5)

# **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПО УТИЛИЗАЦИИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Есенбаева Ж.Ж., Абсейт А.С., Гаппаров Ж.**

*НИИ «Экологи» при МКТУ им. Х.А. Ясави, Туркестан, e-mail: janara93.93@bk.ru*

В статье рассмотрены существующее положение многих экологических проблемах, в свою очередь оказывающее негативное влияние на окружающую среду и человечеству. Регулярное использование минеральных удобрений в сельском хозяйстве приводит к обеднению почв и потере плодородия. Поэтому в исследовательской работе изучена свойства донных отложений как перспективное удобрение для сельскохозяйственных культур. В данной исследовательской работе изучались пробы вод, донных осадков и растений окрестности водохранилищ. В статье дано экологическая характеристика водохранилищ. Определено гумусовой состав донных осадков. Показано перспективное использование утилизации донных отложений с помощью вермифекации. Изучались тяжелые металлы (Zn, Pb) в донных отложениях водохранилищ. В результате исследовательских работ повышенное содержание тяжелых металлов определено на втором образце (Ермак-Узен Zn  $50,1 \pm 0,1$  мг/кг, Pb  $14,5 \pm 1,7$  мг/кг). По сравнению с другими образцами, самый низкий уровень содержания тяжелых металлов составил в водохранилище Шерт (Zn)  $27,1 \pm 1,1$  мг/кг, (Pb)  $9,9 \pm 1,2$  мг/кг.

**Ключевые слова.** донные отложения, вермифекация, удобрение, водохранилище, элементы, растения, тяжелые металлы, органика, микробиота

## **MODERN CONDITION OF THE PROBLEM ON THE RECYCLING OF THE DENIAL SEDIMENTS OF THE RESERVOIRS OF THE SOUTH KAZAKHSTAN REGION**

**Yessenbayeva Z.Z., Abseyt A.S., Gapparov Z.**

*Khoja Ahmet Yassawi Kazakh-Turkish International University, Ecology Research Institute, Turkestan, e-mail: janara93.93@bk.ru*

In general, many environmental issues around the world are intensifying, and they are also affecting on the environment and people. Fertilizers used in agriculture are causing damage to soil ecosystems and agricultural products. Therefore, it is crucial to obtain a new compositionally-made organic fertilizer that is harmless to agriculture by processing vertically-treated sediments from the reservoirs. Based on the research, chemical analysis was carried out on water taken from reservoirs, plant and bottom sediment content. The article describes the general ecological situation in reservoirs. Dimensions of humus occur in sediments. It is examined the possibility of using the sediments that accumulate at the bottom of water reservoirs through the vermifecation process. Heavy metals' sizes were determined in the bottom sediments. The result of the study defined the highest sediment content of the Ermakozen water reservoir (Zn size  $50.1 \pm 0.1$  mg / kg, Pb  $14.5 \pm 1.7$  mg / kg). The lowest content of heavy metals was in the Shert reservoir (Zn), zinc size was  $27.1 \pm 1.1$  mg / kg, lead size (Pb) was  $9.9 \pm 1.2$  mg / kg.

**Keywords:** bottom sediments, reservoirs, vermifecation, fertilizers, reservoirs, elements, plants, heavy metals, organics, microbiotics

Water reservoir is one of the most polluted objects in the environment. The accumulation of sediments is one of the main problems in today's water ecosystem. They are often polluted by anthropogenic. And polluted water and bottom sediments affect on the local ecosystem. In addition, sediment residues that emerge from water objects, water treatment facilities, dams, and reservoirs occupy large amount of land. In addition, the toxicological microorganisms contained in bottom sediments are the source of many diseases. These bottom sediments are often not recycled. In this regard, further process of formed sediment residues is not systematized. However, mineral and organic substances that are contained in bottom sediments can be used as fertilizers. In foreign countries, bottom sediments of water reservoirs and formed wastewater sediments are used in agriculture up to 10 – 90 % [1–3]. Bottom sedi-

ments are formed mainly due to the removal of sedimentary matter by rivers from the continents (85–90 % of the total), the actual oceanic sedimentation and volcanic activity. On a smaller scale, they are supplied by glaciers, associated with sea erosion and wind activity. Annually in the World Ocean comes 27.1 billion tons of substance (about 18 km<sup>3</sup>). According to other estimates (Lisitsyn, 1988), only the annual river runoff is 23.92 billion tons. In addition, in the waters of the ocean in the form of suspended matter up to 1 370 billion tons of substance. The bulk of the sediments is delayed to a depth of 3 km. Only 7.8 % of the sediment flow penetrates the pelagic zone. The total amount of precipitation at the bottom of the pelagic regions of the World Ocean is approximately 133 million km<sup>3</sup>. In the oceans, there is a kind of cycle of sedimentary matter: it comes from the continents, forming a

sedimentary layer, which later along with the lithospheric plates is dragged into the absorption zone (subduction), where it is melted and returned to the surface in the form of igneous material in island arcs. Weathered, it again descends into the ocean. According to genesis, bottom sediments are divided into terrigenous, biogenic, volcanogenic (pyroclastic), polygenic and authigenic (AP Lisitsyna, 1974). Terrigenous (clastic) deposits are the result of erosion activity on the continent or in the marine basin. The largest sources of sediment are rivers. Wash products are carried throughout the ocean by various transportation processes, including gravity flows, landslides and landslides, wind, in high latitudes by ice and icebergs, as well as in the form of eolian dust. Once in the ocean, the terrigenous material is transferred to the deep-water basins, passing through a series of intermediate reservoirs on continental shelves, in lagoons and estuaries. Terrigenous deposits are characteristic mainly for coastal zones and outlying continents. In agriculture, sapropel is used as a fertilizer (after freezing, water is separated, the structure is a loose state). It is especially effective for use on acid and light sandy and sandy loamy soils, as well as to increase the humus content in soils, (the dose for grain crops is 30–40 t / ha, for vegetable, potatoes and fodder roots 60–70 t / ha), for cooking compost.

Results of studying the formation of landscape features of bottom sediments are shown in researches of scientists like V.A. Alabishev, R.S. Berg, V.G. Glushkov, M.D. Grodzinsky, and S.V. Kostrikov [4–5].

Water sediments play a significant role in the functioning of the aquatic ecosystems and the hydrochemical regime of water masses as a complex multi-structure system. They are involved in the substance and energy circulation

in the water, and many benthos are the habitat for animal organisms. The correct sediment residues are used as fertilizers to increase soil fertility and increase agricultural production. The presence of organic matter in the soil increases the ability of plants to absorb nutrients. In the UK, the use of sediment residues for agricultural purposes is about 1.5 %. Putting the bottom sediments into the field, it is possible to cover the needs of phosphorus, nitrogen, and potassium in agriculture. The obtained organometallic fertilizers on the basis of water sediments should have some requirements: In the first place, there should be no chemicals, toxicity xenobiotics, heavy metals, pathogenic-microbiots.

### The object and method of research

The object of scientific research is water reservoirs of South region like the Koshkorgan, Ermakozen (Shashtobe) and Shert reservoirs, located in Turkestan area.

Works on identification of chemical and organic composition of water and bottom sediments in Koshkorgan, Ermakozen, Shert reservoirs were carried out in the Laboratory of Ecological Control and Chemical Analysis of Ecology. Methods of chemical analysis were used on the basis of State standard in scientific research. Detection of organic matter in the sediment was carried out in accordance with GOST 26213–91. In the determination of heavy metals, the T-Lab inversion wave formometric analyzer was used.

### Results and discussion

The detected amounts of heavy metals found in bottom sediments and water, vegetation in the water reservoirs are shown below in the table №1.

**Table 1**

| Experiment № | The amount of heavy metals           |              |             |                                      |              |             |
|--------------|--------------------------------------|--------------|-------------|--------------------------------------|--------------|-------------|
|              | Zn                                   |              |             | Pb                                   |              |             |
|              | Bottom sediment, coastal soil, mg/kg | Plant, mg/kg | Water, mg/l | Bottom sediment, coastal soil, mg/kg | Plant, mg/kg | Water, mg/l |
| Koshkorgan   |                                      |              |             |                                      |              |             |
| 1            | 37,2±0,5                             | 77,5±0,5     | 0,42±0,02   | 9,72±0,3                             | 12,8±1,5     | 0,19±0,02   |
| Ermakozen    |                                      |              |             |                                      |              |             |
| 2            | 50,1±0,1                             | 36,9±0,7     | 1,05±0,1    | 14,5±1,7                             | 1,75±0,5     | 0,39±0,01   |
| Shert        |                                      |              |             |                                      |              |             |
| 3            | 27,1±1,1                             | 28,6±1,1     | 1,14±0,4    | 9,9±1,2                              | -            | 0,43±0,02   |

**Table 2**

Chemical composition of water reservoirs

| Components description   | Water reservoirs |             |             |
|--------------------------|------------------|-------------|-------------|
|                          | Koshkorgan       | Ermakozen   | Shert       |
| Dry esidue, mg/l         | 525,0±0,1        | 198,0±0,2   | 379,0±0,1   |
| Sulfate, mg/l            | 132,8±0,5        | 37,6±0,01   | 76,0±0,03   |
| Solidity, mol/l          | 12,0±0,2         | 5,0±0,1     | 6,0±0,5     |
| Nitrate, mg/l            | 1,8±0,2          | 1,4±0,1     | 0,9±0,02    |
| Chloride, mg/l           | 28,4±0,1         | 21,3±0,2    | 24,8±0,4    |
| Hydrocarbonate, mmol / l | 4,0±0,05         | 3,0±0,03    | 3,0±0,01    |
| Nitrite, mg / l          | 0,0395±0,002     | 0,066±0,003 | 0,069±0,001 |
| Ammonium, mg / l         | 6,8±0,2          | 8,9±0,5     | 14,0±0,4    |
| pH                       | 6,7–7,3          | 6,8–7,1     | 6,9–7,2     |

**Table 3**

Humus content of bottom sediments in the water reservoirs, %

| № | Bottom sediment extracted from water reservoirs | Humus, % |
|---|-------------------------------------------------|----------|
| 1 | Koshkorgan, 0–10 cm                             | 1,39     |
| 2 | Koshkorgan, 10–30 cm                            | 0,61     |
| 3 | Ermakozen, 0–10 cm                              | 0,21     |
| 4 | Ermakozen, 10–30 cm                             | 0,01     |
| 5 | Shert, 0–20 cm                                  | 2,21     |

The study showed that bottom sediments of Ermakozen reservoir are heavily polluted by heavy metals. And the amount of zinc in the vegetable composition on the coast of the Koshkorgan reservoir is higher than that of other samples. The transboundary quantity is directly related to the amount of soil. The amount of zinc and lead contained in Shert water reservoir is 2.5 times higher than in that Koshkorgan reservoir. Compared with the total water content in the reservoirs, it can be assumed that the sulfate in the water is caused by the reaction of chloride ions into lead and insoluble compounds. The amount of sulfate contained in the Koshkorgan water reservoir was 132.8 mg / L, Yermakozen – 37.6 mg / L, Shert – 76.0 mg / l (Table 2).

Depending on the amount of zinc and lead in the water, water reservoirs can be placed in the following line: Shert>Ermakozen>Koshkorgan. Comparing this information and the total water content, the low content of zinc and lead in the Koshkorgan can be explained by the high amount of humus (see Table 3), as well as the formation of insoluble or weakly soluble salts. Because humus compounds form humus, which is not soluble by heavy metals, the bottom is reduced. There are algae on the surface of Ermakozen and Shert reservoirs, and on

the surface of the Koshkorgan water reservoir there are no algae. Heavy metals found in Shert and Ermakozen's algae, and the amount is not low than in threshold concentration.

### Conclusion

Fertilizer properties of bottom sediments are used as fertilizers for water tinctures and it is estimated according to the state standard to GOST R 17.4.3.07–2001. The quantities of detected zinc and lead metals in the bottom sediments of water reservoirs are at the level of the standard requirements. In this regard, bottom sediments can be used directly as fertilizers.

### References

1. Yagodin B.A., Zhukov U.P., Kobzorenko V.I. Agrochemistry. – M.: Mir, 2003. – 584 p.
2. Mineyev V.G. Agrochemistry. – M.: Izd-vo MGU, KolosC, 2004. 720 p.
3. Marchenko N.M., Shebalkin A.E., Voropaev V.V., and others. Technology and technical means for applying organic fertilizers – M.: Rosagropromizdat, 1991.-190p.
4. Zotov N.I., Suslov S.R. On the use of sewage sludge in agriculture, Donbas National Academy of Engineering and Architecture. Issue – 2010 № – 3 (83).
5. Drozd G.Y., Zotov N.I., Maslak V.N. Technical and ecological notes on the problem of utilization of urban and industrial sewage sludge. – Donetsk IEP of NAS of Ukraine, 2001. – 340 p.

*Секция «Построим будущее вместе»,  
научный руководитель – Кочева М.А., канд. техн. наук*

УДК 662.6

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ  
ДЛЯ ОБОГРЕВА И ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ**

**Уваров В.А., Готулева Ю.В.**

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород,  
e-mail: valerion052@gmail.com*

В данной статье проанализирована государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Нижегородской области на период до 2020 года» и правительственная программа «Использование биотоплива на котельных 2015–2020 годы», на основе их задач, представлены энергосберегающие мероприятия, которые позволяют значительно сократить затраты на энергоносители, что в свою очередь положительно влияет на технико-экономические показатели работы предприятия. Рассмотрены возможности использования продуктов сгорания древесины для обогрева и подкормки растений. На основе значений выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, при сжигании различных энергоносителей, определен наиболее подходящий, для этой задачи, вид древесного топлива. Предложен метод очистки продуктов сгорания от оксидов серы, обеспечивающий достаточно полное их удаление из дымовых газов.

**Ключевые слова:** древесное топливо, энергосбережение, культивационные сооружения

**USE OF WOOD COMBUSTION PRODUCTS FOR HEATING AND FERTILIZING  
PLANTS**

**Uvarov V.A., Gotuleva Y.V.**

*Nizhny Novgorod state University of architecture and construction, Nizhny Novgorod,  
e-mail: valerion052@gmail.com*

This article analyzes the state program «Energy Saving and Improving Energy Efficiency of Nizhny Novgorod Region for the Period to 2020» and the government program «Using Biofuels in Boilers 2015–2020», based on their tasks, presents energy-saving measures that significantly reduce energy costs, which in turn positively affects the technical and economic performance of the enterprise. The possibilities of using wood combustion products for heating and fertilizing plants are considered. Based on the values of pollutant emissions into the atmosphere, with the combustion of various energy carriers, the most suitable for this task is the type of wood fuel. A method is proposed for purification of combustion products from sulfur oxides, which ensures their complete removal from flue gases.

**Keywords:** wood fuel, energy saving, greenhouses

В Нижегородской области действует государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Нижегородской области на период до 2020 года» [1]. Её целью является снижение энергоемкости региональной экономики не ниже чем на 3 % в год за счет внедрения энергосберегающих технологий, что создаст условия для развития эффективной и сбалансированной экономики Нижегородской области.

На мой взгляд, максимальное использование теплоты продуктов сгорания является одним из перспективных направлений в энергосбережении. В частности, применение ВЭР для обогрева культивационных сооружений, позволяет повысить энергетическую и экономическую эффективность котельных агрегатов.

Для теплиц, располагаемых на территории промышленных предприятий, могут быть использованы отходящие газы от котельных агрегатов.

Довольно часто теплота продуктов сгорания после хвостовой поверхности котла не применяется из-за низкого потенциала и теряется, снижая общий коэффициент полезного действия котельной. В то же время затраты на отопление теплиц составляют до 60 % себестоимости выращиваемой в них продукции, поэтому освоение указанных ВЭР позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы.

Кроме того, большой интерес представляет использование углекислого газа, содержащегося в продуктах сгорания, для подкормки тепличных культур [3].

Низкое содержание углекислого газа сейчас является фактором, ограничивающим урожайность (в первую очередь при малообъемной культуре). В воздухе теплицы площадью 1 га содержится около 20 кг CO<sub>2</sub>.

При максимальных же уровнях фотосинтетической активной радиации (ФАР) в весенние и летние месяцы потребление



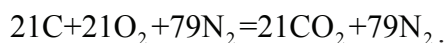
CO<sub>2</sub> растениями огурца в процессе фотосинтеза может приближаться к 50 кг·ч/га (т.е. до 700 кг/га CO<sub>2</sub> за световой день). Образующийся дефицит лишь частично покрывается за счёт притока атмосферного воздуха через фрамуги и неплотности ограждающих конструкций, а также за счёт ночного дыхания растений [4].

Наибольшее распространение получил способ подкормки углекислым газом, получаемым при пламенном горении газообразного топлива (при сгорании жидкого либо твердого топлива образуется много токсичных примесей).

Но согласно правительственной программе «Использование биотоплива на котельных 2015–2020 годы» [2] к 2020 году большая часть отопительных учреждений будет переведена на использование древесного топлива. Количество построенных, модернизированных и реконструированных котельных составит 278 шт. Повышение их энергетической и экономической эффективности является важной задачей.

Возникает вопрос, возможно ли эффективно использовать продукты сгорания древесины для обогрева и подкормки растений, и какой вид древесного топлива для этого лучше подходит?

При полном сгорании углерода без избытка воздуха содержание CO<sub>2</sub> в продуктах сгорания составляет 21 % (объемн.).



Содержание кислорода в горючей массе древесины около 44 %, однако содержание CO<sub>2</sub> в продуктах сгорания дров ниже 21 %. Указанное обстоятельство объясняется тем,

что кислород содержится в твердом топливе в виде гидроксидов OH, карбоксидов COOH и других соединений, содержащих водород, причем суммарное содержание водорода в топливе, как правило, превышает содержание кислорода, необходимое для полного окисления водорода.

Так, в горючей массе древесины содержится около 6 % водорода. Для окисления этого количества водорода необходимо 48 % кислорода, т.е. больше, чем его содержится в горючей массе. Поэтому содержание кислорода в горючей массе древесины повышает CO<sub>2</sub>, но не доводит эту величину до 21 %.

Если бы древесина содержала кислород, то по соотношению углерода и водорода в горючей массе она приближалась бы к мазуту и величина CO<sub>2</sub> несколько превышала бы 16 %. Однако из-за высокого процента кислорода, достаточного для окисления около 90 % водорода древесины, CO<sub>2</sub> древесины превышает 20 %, т.е. приближается к CO<sub>2</sub> продуктов сгорания углерода.

У природных, нефтепромысловых и других углеводородных газов CO<sub>2</sub> возрастает с увеличением молекулярного веса углеводородов и уменьшением процентного содержания в них водорода.

CO<sub>2</sub> сухих продуктов сгорания метана и большинства природных газов около 11,8 %, нефтепромысловых и нефтезаводских газов – 13 %, сжиженных газов с преобладающим содержанием пропана (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) – около 14 %, т.е. приближается к RO<sub>2</sub> легкого жидкого топлива – бензина [5].

Сведем значения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании различных энергоносителей в таблицу [6].

| Вид топлива                | Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух без систем очистки, тонн на 1 тыс. тонн на т. топлива |                 |                 |                 |        |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
|                            | CO <sub>2</sub>                                                                                         | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | Твердые частицы | Итого  |
| Природный газ              | 1,18                                                                                                    | 3,52            | 0,00            | 0,00            | 4,70   |
| Древесные брикеты, пеллеты | 4,68                                                                                                    | 9,31            | 0,28            | 4,11            | 17,69  |
| Древесина дровяная         | 4,9                                                                                                     | 9,4             | 0,3             | 4,3             | 18,9   |
| Опилки древесные           | 5,0                                                                                                     | 9,6             | 0,5             | 5,0             | 20,0   |
| Древесные отходы, обрезки  | 5,2                                                                                                     | 9,9             | 0,4             | 5,2             | 20,7   |
| Быстрорастущая древесина   | 4,8                                                                                                     | 9,5             | 0,0             | 8,4             | 22,7   |
| Щепа, сучья, кора          | 5,6                                                                                                     | 11,4            | 0,8             | 13,4            | 31,3   |
| Мазут                      | 5,20                                                                                                    | 5,20            | 35,30           | 0,30            | 45,90  |
| Брикет торфяной            | 8,04                                                                                                    | 26,81           | 3,00            | 13,02           | 50,87  |
| Каменный уголь             | 9,58                                                                                                    | 63,56           | 9,20            | 65,32           | 147,66 |

Можно сделать вывод, что с точки зрения загрязнения атмосферы, древесные брикеты и пеллеты предпочтительнее чем другие виды древесного топлива.

Объем выбросов загрязняющих веществ при сжигании древесного топлива зависит не только от его вида и состава, но и от его влажности и коэффициента полезного действия котла. Таким образом, эффективное использование древесного топлива напрямую зависит от его подготовки.

Низкая коррозионная агрессивность дымовых газов, образующихся при сжигании гранул, дает возможность конденсировать влагу дымовых газов и высвободить скрытую теплоту парообразования, а также увеличить срок службы оборудования.

После сжигания древесных гранул образуется незначительное количество отходов (1–3 %), которые могут использоваться в качестве удобрения. В их составе практически нет серы.

Содержащаяся в дымовых газах двуокись серы губительно действует на растительность, проникая через устьица, нарушает процесс фотосинтеза и дыхания, вызывает острые и хронические повреждения листьев. Следовательно, очистка продуктов сгорания от оксидов серы должна обеспечивать достаточно полное их удаление из дымовых газов.

Этого можно добиться при использовании смеси аммиачной воды, содержащей

сульфит аммония, в качестве абсорбирующей жидкости в промывной зоне газоочистителя [7]. Этот метод позволяет эффективно выделить  $\text{SO}_2$  при возможно меньшем образовании аэрозоля. При реализации данного способа возникает товарный побочный продукт в виде сульфата аммония, который может быть использован как удобрение.

#### Список литературы

1. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Нижегородской области на период до 2020 года: [Электронный ресурс]. – URL <http://docs.cntd.ru/document/944948109> (Дата обращения: 24.12.2017).
2. Использование биотоплива на котельных северных районов Нижегородской области на 2015–2020 годы: [Электронный ресурс]. – URL <http://nn-news.net/other/2014/07/31/46811.html> (Дата обращения: 24.12.2017).
3. Шанин Б.В., Новгородетский Е.Е., Широков В.А., Пужайло А.Ф. Энергосбережение и охрана воздушного бассейна при использовании природного газа. – Н. Новгород: Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т, 1998. – 384 с.
4. AGT. «Подкормка растений углекислым газом в защищенном грунте»: [Электронный ресурс]. URL:<http://agt-generator.ru/stati/podkormka-rastenij-uglekislym-gazom-v-zashchishchjonnom-grunte>. (Дата обращения: 27.12.2017).
5. Равич М. Б., Эффективность использования топлива. – Изд-во «Наука», 1977. – 344 с.
6. Пуцентейло П.Р., Свинтух М.Б. «Экологические аспекты использования древесных топливных ресурсов»: [Электронный ресурс]. URL:<http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/1094>. (Дата обращения: 27.12.2017).
7. Способ удаления двуокиси серы из дымовых газов, в частности, из отходящих газов электростанций и отходящих газов установок для сжигания мусора: пат. 2176543 Рос. Федерация: МПК В01D53/50 В01D53/14 С01С1/247 С01В17/05. РИССЕ Тео (DE), ФЕРРАН Лоренсо (DE); заявитель и патентообладатель Лурги Лентьес Бишофф ГмбХ (DE). – № 98113297/12; заявл. 13.07.1998; опубл. 10.12.2001, Бюл. № 27 (II ч.). – 2 с.

*Секция «Технологии. Информатика. Обучение»,  
научный руководитель – Клименко Е.В., канд. пед. наук, доцент*

УДК 502/504

## ЭТО НУЖНАЯ И ВРЕДНАЯ БАТАРЕЙКА

**Каримова Л.Т., Никитин С.П.**

*Тюменский государственный университет, Тобольск, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

Каждый человек ежедневно использует разные виды батареек: в различных игрушках, пультах управления, часах, бытовых приборах и др. В современном мире трудно представить себе жизнь без использования источников тока, одним из наиболее распространенных источников постоянного тока являются батарейки. К сожалению, у батареек есть свойство садиться, и разряжаются они по-разному. Например, из пары батареек, на которой фонарь уже не светит, одна может быть пустой, а в другой осталось половина заряда и ее стоит приберечь. Это может быть целесообразно с точки зрения экономии бюджета, а также важным в бережном отношении к окружающей среде. Разряженную батарейку, люди, в лучшем случае, отправляют в центр утилизации, а в худшем просто выбрасывают.

**Ключевые слова:** батарейка, виды батареек, утилизация батареек

## IT IS UNNECESSARY AND HARMFUL BATTERY

**Karimova L.T., Nikitin S.P.**

*Tyumen state University, Tobolsk, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

Each person use different types of batteries in various toys, remotes, clocks, household appliances, etc. In modern world it is difficult to imagine life without the use of current sources, one of the most common sources of DC are batteries. Unfortunately, batteries have the ability to sit down and discharged are different. For example, from a pair of batteries, where the lantern does not shine, one can be empty, and the other left half the charge and it should save. This may be appropriate from the point of view of budget savings, as well as important in caring for the environment. The discharged battery is, people are, at best, send to authorized disposal centres, and at worst, simply thrown away.

**Keywords:** battery, types of batteries, recycling of batteries

Батарейка – это гальванический элемент, представляющий собой компактный автономный источник постоянного тока.

Данный элемент появился достаточно давно, первый источник электрического тока изобретен в конце 17 века итальянским ученым Луиджи Гальвани при исследовании реакции животных на внешние воздействия [1].

Было обнаружено возникновение и протекание тока при присоединении полосок из двух разных металлов к мышце лягушачьей лапки. Опыты Гальвани стали основой в исследованиях Алессандро Вольта. Он объяснил причину возникновения электрического тока – это химическая реакция, с пластинками металлов. Он сконструировал устройство, состоявшее из цинковой и медной пластин погруженных в емкость с соляным раствором. Это конструкция – первый в мире автономный элемент питания и, можно сказать, прародитель современных батареек (гальванические элементы).

Современные батарейки внешне имеют мало общего с конструкцией А. Вольта, но принцип работы остался неизменным.

Батарея состоит из двух электродов (анод и катод) и электролита. Электрический ток возникает благодаря окислительно-восстановительной реакции между электродами. Параметры гальванических элементов зависят от выбранных материалов анода, катода и электролита, и конструкции батареи.

Промышленное производство первичных химических источников тока было заложено в 1865 г. французом Ж.Л. Лекланше, предложившим марганцево-цинковый элемент с солевым электролитом. В 1880 г. им создан марганцево-цинковый элемент с загущенным электролитом. Улучшение характеристик было получено при применении электролитического диоксида марганца на катоде и хлорида цинка в электролите. До 1940 г. марганцево-цинковый солевой элемент был практически единственным используемым первичным химическим источником тока, благодаря его относительно невысокой цене.

Важный фактор при разработке батарей – это достижение максимальной удельной емкости для элемента заданного (минимального) размера и веса. Химические

реакции, протекающие внутри элемента, определяют и его емкость, и физические размеры. Вся история разработки батарей сводится к нахождению новых химических систем и упаковке их в корпуса как можно меньших размеров.

Первые экспериментальные партии батареек поступили на рынок в 1898 году благодаря американской компании Eveready. Компания производила батарейки как источник питания для радиоприемников, для использования в горной промышленно-

сти, в автомобилестроении, на флоте и еще чуть позднее в авиации.

В 1920-х годах компания «Duracell» наладила крупное производство батареек. К тому времени батарейки уже достаточно широко использовались в разного рода портативных электротехнических устройствах и потребность в них росла.

Сегодня производится множество разных типов элементов питания, некоторые из которых были разработаны еще в 19-м веке, а другие едва отметили десятилетие.

Рассмотрим основные виды современных батареек.

1. Никель-кадмиевые аккумуляторы (Ni-Cad). Анод – никель, катод – кадмиевый.

| +                                                                                                                                                                                                                                                  | -                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выдерживают 500 и даже 1000 зарядки-разрядки. Легкие и энергоемкие. Характеризуются очень низким внутренним сопротивлением, а потому могут подать на выход достаточно сильный ток, который, к тому же, практически не изменяется по мере разрядки. | Содержат токсичный кадмий. Емкость может уменьшиться при повторной зарядке с неполной разрядкой. |

2. Никель-металлогидридные аккумуляторы (Ni-MH). Анод – никель, катод – гидриды (металлические сплавы, способные удерживать атомарный водород).

| +                                                       | -                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Имеют лучшее соотношение емкости и габаритных размеров. | Выдерживают меньшее количество циклов заряд-разряд и дороже никель-кадмиевых. Большая величина саморазряда – за сутки, без нагрузки, аккумуляторы данного типа умудрялись терять до 5% от своей емкости. |

3. Литий-ионные аккумуляторы. Ионные аноды, литиевые катоды

| +                                                                                                                                              | -                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Литий – самый химически активный металл, используется в самых компактных системах, обеспечивающих энергией самую современную мобильную технику | Батареи получаются не только очень емкие, они также имеют самое высокое номинальное напряжение. Может вспыхнуть – низкой надежностью. |

4. Литий-полимерные аккумуляторы. Полимерные аноды, литиевые катоды.

| +                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Отсутствие жидкого электролита, могут принимать практически любую форму, в отличие от цилиндрических батарей других типов. Могут хранить на 22% больше энергии, чем аналогичные литий-ионные. Являются экологически безопасными и более легкими, за счет отсутствия внешнего металлического корпуса. | Подвержены интенсивному старению, независимо от характера эксплуатации |

5. Литий-железодисульфидные батареи. Литиевый анод, железодисульфидный катод.

| +                                                                                                                                                                                                                            | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Маленький вес. Даже после десяти лет хранения они сохраняют почти весь свой заряд. В случае высоких токов нагрузки литий-железодисульфидные элементы могут работать в 2,5 раза дольше, чем щелочные батареи того же размера. | В отличие от других литий-содержащих батарей, которые имеют выходное напряжение более 3В, у литий-железодисульфидных оно в два раза меньше. Нельзя перезаряжать! Созданы специально для использования в фотоаппаратах, мощных фонарях, а в будильник или радиоприемник лучше поставить щелочные батарейки. |

Исследование рынка батарей производилось в ноябре 2017 года. Был изучен ассортимент батареек крупных торговых сетей города Тобольска – это Эльдарадо, RBT, DNS, M-Vidio.

6. Гидрометаллургическая технология – отделяет сырье на отдельные компоненты и упаковывается.

7. Захоронятся на полигонах.

| Название                   | Цена, руб. | Форм-фактор | Напряжение, В. | Емкость, мА·ч |
|----------------------------|------------|-------------|----------------|---------------|
| Duracell MN1500            | 299        | AA          | 1,5            | 1500          |
| Duracell MN 1400           | 399        | C           | 1,5            | 3500          |
| Duracell tyrbo MAX MX 2400 | 419        | AAA         | 1,5            | 2400          |
| GP MN 21                   | 169        | A23         | 12             | 55            |
| Renata                     | 1069       |             | 3              | 68            |
| Renata                     | 1639       | CR-1620     | 3              | 285           |
| Трофи                      | 359        | CR-2430     | 1,5            |               |
| GP super alkaline          | 50         | AA          | 1,5            |               |
| Космос                     | 91         | AA          | 1,5            | 2600          |
| Smart buy                  | 59         | AA          | 1,5            |               |
| Duracell                   | 66         | AA          | 1,5            |               |
| Mega                       | 143        | AA          | 1,5            | 2500          |
| Focusray                   | 20         | AA          | 1,5            |               |
| Smart buy                  | 35         | AA          | 2              |               |

Проблема утилизаций стоит во всем мире на одном из первых мест. Наша страна не исключение, на данный момент в России всего один завод по переработки батареек и тот находится на грани окупаемости (Челябинский завод «Мегаполисресурс»). Контейнеры для сборки батареек можно найти во многих крупных торговых центрах, магазинах супермаркетах электроники, которые заключили договор с заводом.

Батарейки опасны своим химическим составом. Со временем емкость элемента разлагается, что приводит к выбросу токсических веществ в окружающую среду. На свалках батарейки подвергаются процедуре сжигания, однако дым, содержащий диоксиды попадает в воздух.

Самый большой пункт приема батарей в России основан в 2004 году, непосредственно переработкой компания занимается с октября 2013 года. КПД завода по утилизации достигает 80%, что на 20% лучше, чем за рубежом. За 2013 год переработано 3 тонны [2].

Этапы утилизации:

1. Ручная сортировка для распределения по типам.
2. Контейнерная линия доставляет в дробилку.
3. Измельченное сырье попадает под магнитную ленту для отделения элементов металлического корпуса.
4. Повторное дробление оставшейся части.
5. Оставшаяся часть подвергается процессу нейтрализации.

С появлением Челябинского завода по утилизации источников питания – проблему утилизации батареек можно считать частично решенной. Но один завод – очень мало.

Мы рассматриваем способ переработки батареек с наибольшей выгодой переработки материалов. Он заключается в переработке марганцевого катода и цинкового анода. Марганец и цинк способствуют росту некоторых злаковых и не только.

Разберем поэтапно идею процесса переработки батареек:

Сортировка: 80% всех производимых это щелочные батарейки. Мы отсеиваем батарейки других видов, такие как никель-кадмиевые, свинцово-кислые.

Измельчение: батарейки дробим в молотковой дробилке

Просеивание: пере дробленные батарейки мы отправляем на вибрационное сито, где магниты вытягивают частицы стали, которые затем отправляются на промывку и переплавку, а мощный вихревой электрический ток выталкивает другие металлы такие как медь и бронза

А все что прошло через просевку это цинк и марганец, в дальнейшем станут удобрением.

#### Список литературы

1. Колотилина Л.Н., Кольовска А. Смирнова Е., Чумакова И.А. Внимание, батарейки! Методическое пособие для занятий с детьми. – М.: ГПБУ «Мосприрода». – 2015. – 40 с.
2. Оксенгендлер Г.И. Яды и организм: Проблемы химической безопасности. – СПб.: Наука. – 1991. – 320 с.



## МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-МЕТОДА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ

Утяшева М.Д.

*Тюменский государственный университет, Тобольск, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

Развитие среднего профессионального образования тесно связано с развитием технологий, так как именно любое среднее профессиональное учреждение является той самой «кузницей» работников, которые так или иначе будут взаимодействовать с этими технологическими новаторствами. Следовательно, современная ситуация в преподавании также требует радикальных изменений стратегий и тактик обучения. Главной задачей каждого учебного учреждения среднего профессионального образования является подготовка высококвалифицированного специалиста, который способен уметь применить полученные знания в практической деятельности. Главное условие выполнения этих задач – повышение качества образования, обеспечивающееся внедрением новых активных методов обучения в учебный процесс. Кейс-метод объединяет формы индивидуального и коллективного освоения учебного материала, использующего фактические данные конкретной проблемы и ее теоретические обобщения.

**Ключевые слова:** среднее профессиональное образование, кейс-метод, учебная практика

## THE METHODOLOGY OF USING CASE METHOD IN PROFESSIONAL EDUCATION

Shikhov A.R.

*Tyumen state University, Tobolsk, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

The development of secondary vocational education is closely associated with the development of technology, as any vocational institution is that «smithy» workers who will interact with these technological innovations. Therefore, the current situation in teaching also requires radical changes in strategies and tactics of learning. The main task of each educational institution of secondary vocational education is to prepare highly qualified professional who is able to apply the received knowledge in practical activities. The main condition for these tasks – improving the quality of education provided by the introduction of new active learning methods in the educational process. The case method combines a form of individual and collective development of educational material using actual data of a specific problem and its theoretical generalizations.

**Keywords:** vocational secondary education, case study, training and practice

Главными характерными чертами выпускника любого образовательного учреждения являются его компетентность, конкурентоспособность и мобильность. Именно поэтому во время изучения учебных дисциплин важным является именно сам процесс познания, эффективность которого полностью зависит от познавательной активности самого студента. То насколько успешно будет достигнута данная цель зависит не только от содержания обучения, но и оттого, каким образом усваиваются новые знания и умения учащимися, что и определяет актуальность выбранной темы исследования, целью которого является изучить основные психолого-педагогические проблемы использования кейс-метода в профессиональном образовании. Объектом исследования выбран сам метод обучения, а предметом исследования является особенность методики применения кейс-метода в рамках организации учебной практики у учащихся второго курса по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) с целью повышения качества образования.

Как уже упоминалась выше на данном этапе развития современного общества,

а в частности и профессионального образования основной задачей профессиональных образовательных учреждений является подготовка компетентного специалиста, именно поэтому каждое образовательное учреждение стремится к тому, чтобы перейти на новый уровень качества образования, акцентируя свое внимание при изучении учебных дисциплин именно на сам процесс познания, эффективность которого проявляется в том, насколько познавательно активным является каждый студент учреждения.

В ФГОС СПО нового поколения отмечается, что «... образовательное учебное заведение должно предусматривать в целях реализации компетентного подхода использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разработка конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов, групповых дискуссий) в сочетании внеаудиторной работой для формирования и развития общих и профессиональных компетенций обучающихся». В связи с этим в профессиональной подготовке особую актуальность приобретает проблема организации форм обучения с использованием ак-

тивных методов обучения в число которых и входит метод кейсов.

На примере ГАПОУ ТО «Тобольский многопрофильный техникум» можно отметить, что некоторые студенты имеют слабую мотивацию к овладению профессией, недостаточный уровень навыков научной организации труда. Поэтому возникает необходимость в использование таких методик, которые бы не только способствовали освоению новых знаний и приобретению новых умений и навыков связанных непосредственно с самой профессией, на которую учатся дети, но и необходимо использовать такие методы, которые бы отлично мотивировали и вызывали интерес у учащихся. Кейс-метод может предоставить учащимся возможность почувствовать себя уже в качестве работающего человека по своей профессии, который пытается решать предоставленные ему ситуации любыми возможными путями, не исключая возможность методов проб и ошибок, также одним из главных плюсов данного метода является то, что все-таки преподаватель остается главным ведущим и имеет возможность направлять учащихся в нужном им направлении, используя различные скрытые приемы, еще немаловажно и то, что у каждого из учащихся есть возможность выступать перед своими «коллегами», предлагая различные пути решения того или иного случая, что помогает детям вырабатывать в себе как коммуникативные, так и лидерские черты характера.

Метод-кейсов при умелом применении позволяет решить сразу несколько учебно-организационных задач [1]: подчинить процесс обучения управляющему воздействию учителя, обеспечить активное уча-

стие в учебной работе как подготовленных учащихся, так и не подготовленных; создать стрессовое состояние для учащихся, которое требует немедленного решения, что способствует их дальнейшей устойчивости в подобных ситуациях и не только; установить непрерывный контроль за процессом усвоения учебного материала.

В результате использования кейс-метода на занятиях по учебной практике УП 01 Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования было выявлено повышение эмоционального отклика студентов на процесс познания, мотивацию учебной деятельности, интерес на овладение новыми знаниями, умениями и практическом их применении. Ребятам понравилось чувствовать себя частью различных предлагаемых им ситуаций и они активно втягивались в подобную ролевую игру, предлагая свои пути разрешения рабочего случая.

Суть кейс-метода в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы [2].

Кейс – не просто правдивое описание событий, а единый информационный комплекс, позволяющей понять ситуацию [3].

Согласно учебному плану группы ТЭО 16–1 данная учебная практика длится на протяжении 72 часов и исходя из данной нагрузки были разработаны следующие темы для рассмотрения на занятиях учебной практики:

| №  | Тема занятия                                                                                                                              | Кол-во часов |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1  | Вводное занятие. Ознакомление с инструктажем по технике безопасности для учащихся при работе в учебном кабинете, мастерской (лаборатории) | 6            |
| 2  | Соединение, ответвление и оконцевание жил проводов и кабелей электропроводки                                                              | 6            |
| 3  | Пайка и лужение                                                                                                                           | 6            |
| 4  | Расчёты для сборки изделий                                                                                                                | 6            |
| 5  | Монтаж осветительных электроустановок                                                                                                     | 6            |
| 6  | Монтаж осветительных электроустановок                                                                                                     | 6            |
| 7  | Сборка, монтаж и регулировка электрооборудования промышленных предприятий                                                                 | 6            |
| 8  | Сборка, монтаж и регулировка электрооборудования промышленных предприятий                                                                 | 6            |
| 9  | Ремонт осветительных электроустановок, силовых трансформаторов, электродвигателей                                                         | 6            |
| 10 | Ремонт осветительных электроустановок, силовых трансформаторов, электродвигателей                                                         | 6            |
| 11 | Ремонт электрооборудования промышленных предприятий в соответствии с технологическим процессом                                            | 6            |
| 12 | Ремонт электрооборудования промышленных предприятий в соответствии с технологическим процессом                                            | 6            |

Исходя из того, что количество часов УП 01 максимально сжато было принято решение в необходимости активизации именно самого процесса, для того чтобы ребята максимально быстро смогли адаптироваться так как данная практика является для них первой.

Анализ результатов каждого занятия показал, что применение кейс-метода является наиболее активным, если с самого начала занятия ребята уже знакомятся с той ситуацией, которую им необходимо решить, для решения той или иной ситуации используются такие приемы как дискуссии, мозговые штурмы и т.д. Одним из главных условий для самих же учащихся является то, чтобы и сам преподаватель был активно взаимодействующим с ними, проявляя свою заинтересованность в учебно-рабочем процессе.

Для примера можно привести следующий случай, который предлагается решить ребятам:

«Город обслуживает одна общая станция, которая поставляет электроэнергию всем необходимым потребителям, однако в случае аварии или каких-либо других чрезвычайных происшествий, которые могут возникнуть на данной станции, есть объекты общего пользования, которым необходима постоянная поставка электроэнергии, одним из ярких примеров тому являются больницы, и в случаях каких-либо неисправностей, они практически всегда снабжаются необходимой электроэнергией на первое время. Как по-вашему разрешается данная проблема, если она возникает?»

В данном случае, используя процесс мозгового штурма, совместно с ребятами мы пришли к тому, что для таких случаев существует резервная станция, которая снабжает больницы в случае ЧП электроэнергией. В дальнейшем занятие складывалось из со-

ставления схемы резервного питания с применением магнитных пускателей, поскольку ребята уже были ознакомлены с тем, что такое магнитный пускатель и принципом его работы, то они сами принимали активное участие в составлении данной схемы. После того, как схема была готова, ребята собирали данное устройство и испытывали его работу на асинхронном двигателе.

Еще одним примером, который нравится учащимся больше всего, является разбор неисправных собранных схем. До начала каждого занятия собираются схемы, которые имеют какую-либо неисправность, и учащимся предлагается ознакомиться со схемой и с той ситуацией, которая возникает при её включении, после того, как ребята ознакомлены с задачей, которую им необходимо решить, они объединяются в группы и предлагают пути разрешения тех или иных проблем, которые имеет схема. На выходе данного задания, ребята закрепляют уже изученные ими ранее знания и практикуют их применение на практике.

Поскольку после учебной практики учащиеся пойдут на производственную практику, то рассчитывается, что после практики учебной студенты, в процессе обучения которых применялись активные методы обучения, должны показать высокие результаты и зарекомендовать себя с положительной стороны перед работодателями. А значит, у них потенциально возрастает вероятность трудоустройства после окончания техникума.

#### Список литературы

1. Кутумова А.А., Алексеевнина А.К., Буслова Н.С., Зыбина Н.В. Особенности методики профессионального обучения в педагогическом вузе // Мир науки, культуры, образования. – Горно-Алтайск: ПАНИ, 2017. – № 4(65). – С. 25 – 28.
2. Гордин В.Э. Использование кейс-метода в производственной и преддипломной практике студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ejournal.finec.ru/view/?id=12>.
3. Козина, И. Case study: некоторые методические проблемы /И.Козина // Рубеж.- 1997.- № 10–11. – С. 177–189.

УДК 372.862

## ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

Шихов А.Р.

*Тюменский государственный университет, Тобольск, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

В работе отмечается значимость внедрения в систему образования интерактивных методов обучения, одной из целью которой, является создание комфортных условий обучения. Изучено содержание понятия интерактивные методы обучения и интерактивные формы, применяемые на занятиях технических дисциплин в системе среднего профессионального обучения. Форм и методов интерактивного обучения достаточно много, все они направлены на активацию творческой познавательной деятельности обучающихся, создают атмосферу повышенного интереса к изучаемому предмету. Приведено понятие «кейс» и «кейс-метода». Изучены этапы работы обучения кейс-методу: до занятия, на занятии, после занятия. Описаны задачи преподавателя и обучающегося на каждом этапе работы обучения данному методу. Приведены конкретные примеры использования игровых имитационных технологий на занятиях по физике.

**Ключевые слова:** интерактивные методы обучения, кейс, игровые технологии

## INTERACTIVE TEACHING METHODS TECHNICAL DISCIPLINE

Shikhov A.R.

*Tyumen state University, Tobolsk, e-mail: a.k.alekseevnina@utmn.ru*

In the work noted the importance of implementation in the educational system of interactive training methods, one purpose of which is to create a comfortable learning environment. Studied the concept of interactive teaching methods and interactive forms used in the classroom technical subjects in secondary vocational training. Forms and methods of interactive learning quite a lot, they all aim to activate the creative cognitive activities of students, create an atmosphere of high interest to the subject. The concept of «case» and «case method». Studied the stages of teaching the case method: before class in class after class. Describes the tasks of the teacher and the learner at each stage of learning this method. Specific examples of the use of gaming simulation technologies in the physics lessons.

**Keywords:** interactive teaching methods, case, game technology

На современном этапе развития и модернизации образования, одним из важных направлений является внедрение интерактивных методов обучения. Основные методические инновации связаны сегодня с применением именно интерактивных методов обучения.

Название таких методов происходит от английского «interact» («inter» – «взаимный», «act» – «действовать»). Интерактивный – означает способность взаимодействовать или находится в режиме беседы, диалога с кем-либо (человеком) или чем-либо (например, компьютером). Интерактивное обучение – это специальная форма организации познавательной деятельности, это диалоговое обучение [2]. Она подразумевает вполне конкретные и прогнозируемые цели. Одна из таких целей состоит в создании комфортных условий обучения, при которых студент или слушатель чувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что делает продуктивным сам процесс обучения.

Для решения образовательных задач в системе среднего профессионального образования наиболее распространены следующие интерактивные формы, применяемые на занятиях технических дисциплин [1]:

- Творческие задания на формирование технических навыков.

- Работа в малых группах.

- Дискуссия на разные вопросы науки и техники.

- Обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры).

Рассмотрим примеры использования игровых имитационных технологий на занятиях по физике:

Тема: «Электромагнитная индукция».

Технология «Разброс мнений».

Организуется поочередное высказывание участниками групповой деятельности суждений по демонстрации опыта Фарадея.

Методической особенностью такого группового дела служит многочисленный набор карточек с фразами по данной демонстрации. Их прочтение и произнесение вслух побуждает к ответному высказыванию. Начатое должно быть закончено, поэтому тот, кто получил карточку, имеет уже готовое начало своего короткого выступления по предложенной проблеме. Начальная фраза дает направление мысли, помогает обучающимся в первый момент разговора.

Трудность подготовительной работы для педагога заключается в том, чтобы сформулировать начальные предложения



проблемно, узнаваемо и лаконично. Число карточек равняется числу участников дискуссии. На карточке написаны первые слова, с которых начинается высказывание. Для успешной работы требуется создание атмосферы заинтересованности и взаимной поддержки. Ответы строятся по принципу высказывания гипотезы и ее аргумента.

Тема: «История ненаучного поиска (Машина Голдберга). Механизмы».

Технология «Незавершенность».

Недостатком любого курса обучения является то, что часть материала может быть плохо усвоенной. Как этот недостаток обернуть в позитивное качество? Попробуем провести эксперимент. У каждого ученика открыт учебник. За ограниченное время, полистав его, нужно освоить заданную информацию. А потом посмотреть, что осталось за пределами освоения (В учебнике есть информация о простых механизмах, а о машине Голдберга ничего нет).

Учитель определяет, какой раздел учебника сейчас необходимо изучить (время – 10 минут). Обозначьте начало работы (по команде). Когда время пройдет, всем закрыть учебник. Ученикам требуется сформулировать несколько вопросов: что оказалось непонятным в тексте и записать их. Выбирается ведущий, который собирает все записки с вопросами и анализирует, какой из них показался наиболее интересным и полным. Пока ведущий выбирает интересный вопрос, предлагает каждому полистать учебник и постараться найти ответ. Ведущий зачитывает вопросы, которые выбрал и просит ответить на них.

Далее демонстрируется работа машины Голдберга. Изучаются его составные элементы.

Изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа на тему изучаемого материала, лекция – дискуссия по вопросам материала, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее специально запланированными ошибками, лекция-пресс-конференция, мини-лекция).

Эвристическая беседа – один из методов проблемного обучения. Это игровой метод, игровое моделирование.

Разработка проекта (метод проектов). Проекты – это материализованная деятельность, синтетическое выражение множества видов деятельности.

Использование общественных ресурсов, социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения, например просмотр

и обсуждение видеофильмов, экскурсии, приглашение специалиста, спектакли, выставки.

Системы дистанционного обучения (возможность обучаться удаленно).

Разрешение проблем («мозговой штурм», ПОПС-формула, «дерево решений», «анализ казусов», «переговоры и медиация», «лестницы и змейки»).

Тренинги.

Метод кейсов.

Рассмотрим определения кейса [3]:

Кейс (от англ. case – случай) – техника обучения, использующая описание реальных экономических, экологических, социальных ситуаций.

Кейс – конкретная практическая ситуация, рассказывающая о событии (или последовательности событий), в котором можно обнаружить достаточно проблем для их дальнейшего решения в составе группы.

Кейс – специально подготовленный материал с описанием истории конкретной проблемы, на основе которой можно успешно развивать у обучающихся (студентов, старшеклассников) управленческие социально значимые навыки: способность к анализу, принятию решений, умение продуктивно работать в команде, самостоятельный поиск дополнительной необходимой информации и т.д.

Кейс – творческое задание на развитие мышления менеджера.

Кейс – некая ролевая система, где под ролью понимают совокупность требований, предъявляемых к лицам, занимающим определенные социальные позиции.

Кейс – это единый информационный комплекс, состоящий, как правило, из трех частей: вспомогательной информации, необходимой для анализа кейса, описания конкретной ситуации и задания к кейсу.

В определениях выделены различные аспекты, позволяющие использовать их для решения всего многообразия педагогических задач: от овладения техникой анализа имеющейся информации (причем не всегда достаточной для решения предъявленной проблемы) до использования игрового потенциала, который содержит практически каждый кейс, так как предусматривает живое включение учащихся в обсуждение реальных экономических, экологических и иных жизненных проблем, с которыми они либо уже столкнулись в своей практике, либо могут столкнуться в ближайшее время.

В некоторых определениях кейс – это ситуация (1, 2, 5), комплекс, материал, задание (3, 4, 6).



Приведем определения кейс-метода [3]:  
Гарвардская школа бизнеса: «Метод обучения, при котором студенты и преподаватели участвуют в непосредственном обсуждении деловых ситуаций или задач».

Профессор Р. Мерри: «Изучение предмета студентами путем рассмотрения большого количества кейсов в определенных комбинациях. Способствует развитию умения анализировать ситуации, оценивать альтернативы, выбирать оптимальный вариант и составлять план его осуществления».

Наконец, по критерию практичности он чаще всего представляет собой практически-проблемный метод. Кейс-метод можно представить как сложную систему, в которую интегрированы другие, более простые методы познания.

В интерактивном обучении учитываются потребности ученика, привлекается его личностный опыт, осуществляется адресная коррективная работа, оптимальный результат достигается через сотрудничество, сотворчество, самостоятельность и свободу

| Этапы работы обучения кейс-методом | Задачи преподавателя                                                                                                      | Задачи обучающегося                                                                            |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| До занятия                         | Подборка кейса и определение дидактического материала для подготовки студентов. Разработка сценария занятий.              | Получает кейс и список рекомендуемой литературы. Подготовка к занятию.                         |
| На занятии                         | Организация и предварительное обсуждение кейса.<br>Формирование рабочих групп.<br>Организация обсуждения кейса в группах. | Задаёт вопросы, углубляющие понимание кейса и проблемы. Обсуждение вариантов решений проблемы. |
| После занятия                      | Оценка работы обучающихся и принятых решений.                                                                             | Подготовка отчета.                                                                             |

Кейс-метод является одной из современных технологий обучения. Кейс-метод выступает и специфическим практическим методом организации учебного процесса, методом дискуссий с точки зрения стимулирования и мотивации учебного процесса, а также методом лабораторно-практического контроля и самоконтроля. В нем дается наглядная характеристика практической проблемы и демонстрация поиска способов ее решения. Что очень важно для подготовки современного, мобильного, конкурентно-способного специалиста.

выбора, ученик анализирует собственную деятельность.

#### Список литературы

1. Алексеевнина А.К., Буслова Н.С. Особенности организации совместной научно-исследовательской деятельности будущих учителей и школьников // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 6. – С. 108–112
2. Кутумова А.А., Алексеевнина А.К., Буслова Н.С., Зыбина Н.В. Особенности методики профессионального обучения в педагогическом вузе // Мир науки, культуры, образования. – Горно-Алтайск: ПАНИ, 2017. – № 4(65). – С. 25 – 28.
3. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии. Активное обучение: учебное пособие для студ. высш. уч. заведений. – М., 2012.

*Секция «Эксплуатация и организация движения автотранспорта»,  
научный руководитель – Новиков И.А., канд. техн. наук, доцент*

УДК 629.331(470)

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПАРКА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА В РОССИИ**

**Кротенко А.Л., Конев А.А.**

*ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
Белгород, Белгород, e-mail: konev\_alexcei@mail.ru*

В статье представлены результаты аналитического исследования состояния парка легковых автомобилей в России. Выявлены основные тенденции, такие как: динамика продаж новых автомобилей в РФ по годам, динамика изменения количества легковых автомобилей в РФ, находящихся в собственности граждан, обеспеченность легковыми автомобилями в среднем по России. Представлена помесячная статистика продаж новых легковых автомобилей в РФ в 2017 году. На примере г. Белгорода рассмотрено состояние рынка технического обслуживания и ремонта автомобилей. Определено, что количество автосервисных предприятий в городе увеличивается. Схожая динамика данного показателя прослеживается в целом на территории Белгородской области. По итогам исследования определены положительные тенденции в развитии как рынка продаж новых автомобилей, так и рынка их технического обслуживания.

**Ключевые слова:** динамика, автомобильный транспорт, техническое обслуживание

## **ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF CHANGING THE STATE OF THE PARK OF CARS AND THE SYSTEM OF MAINTENANCE AND REPAIR IN RUSSIA**

**Krotenko A.L., Konev A.A.**

*Belgorod State Technological University after V.G. Shukhova, Belgorod, e-mail: konev\_alexcei@mail.ru*

The article presents the results of an analytical study of the state of the park of cars in Russia. The main trends are revealed, such as: the dynamics of sales of new cars in the Russian Federation by years, the dynamics of changes in the number of cars in Russia, owned by citizens, the availability of cars on average in Russia. Presented statistics on sales of new cars in Russia in 2017. On the example of Belgorod, the state of the market of vehicle maintenance and repair is considered. It is determined that the number of service centers in the city is increasing. A similar dynamics of this indicator can be traced in general in the territory of the Belgorod region. According to the results of the study, positive trends in the development of both the sales market for new cars and the market for their maintenance have been determined.

**Keywords:** dynamics, automobile transport, maintenance

Автомобильный транспорт является ключевым звеном в обеспечении бесперебойного функционирования, как отдельных предприятий, так и всей экономики страны в целом. В виду напряженной экономической ситуации в РФ, складывающейся в последние несколько лет, возникли определенные трудности в развитии автотранспортной отрасли.

Так если до 2012 года продажи новых автомобилей в России росли и достигали 2,935 млн. штук, то по итогам 2016 года этот показатель достиг значения 1,426 млн. штук (рис. 1).

Однако по итогам 2017 года эксперты делают прогноз о положительной динамике и медленном восстановлении рынка продаж новых автомобилей [5]. В целом за 11 месяцев (с января по ноябрь 2017 года) реализовано 1,4 млн. автомоби-

лей, что на 11,7% больше чем за аналогичный период 2016 года.

Согласно статистики Ассоциации европейского бизнеса АЕВ в ноябре 2017 года в России продано 152 тысяч новых легковых и легких коммерческих автомобилей, что на 15,0% больше чем в ноябре 2016 года и на 2,5% больше предыдущего месяца.

Наибольшей популярностью у потребителей пользуются отечественные автомобили марки Лада. Так в ноябре 2017 года данному производителю удалось реализовать 29 тыс. авто (+14%). Далее идут: KIA – 16 тыс. (+10%), Hyundai – 15 тыс. (-3%) и Renault – 13 тыс. (+15%).

По динамике продаж среди крупных производителей лидируют: Ravon – 336%, Mitsubishi – 33% и Ford – 29%. Наиболее отрицательную динамику показали: Audi и Toyota по -6%.

Анализ наиболее популярных моделей показал, что лидируют KIA Rio – 8,2 тыс. авто (–2,7%), Lada Vesta – 8,1 тыс. (+42,5%) и Lada Granta – 7,7 тыс. (–12,2%) (таблица). Процентное соотношение соответствует аналогичному периоду 2016 года.

в региональном разрезе парка выделяется факт, что в 29 субъектах РФ доля иностранных легковых автомобилей оказывается выше общероссийского показателя. Лидирующие позиции по данному показателю занимают регионы Дальнего Вос-

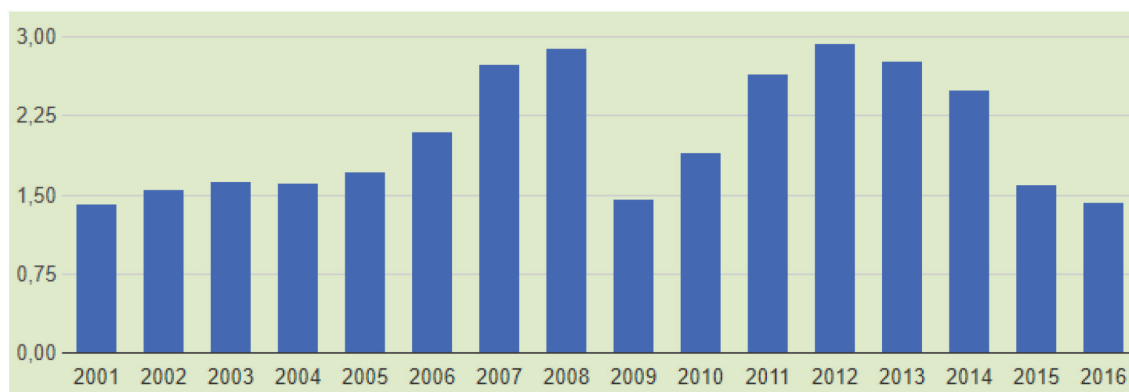


Рис. 1. Динамика продаж автомобилей в России по года (млн. штук) [5]

Помодельная статистика продаж новых легковых автомобилей в России с января по ноябрь 2017 года [5]

| Место | Модель          | Ноябрь 2017 | Ноябрь 2016 | % приращения |
|-------|-----------------|-------------|-------------|--------------|
| 1     | KIA Rio         | 8180        | 8408        | –2,7         |
| 2     | Lada Vesta      | 8066        | 5661        | 42,5         |
| 3     | Lada Granta     | 7474        | 8516        | –12,2        |
| 4     | Hyundai Creta   | 5758        | 4814        | 19,6         |
| 5     | Hyundai Solaris | 5299        | 8259        | –35,8        |

По данным Федеральной службы государственной статистики РФ по состоянию на 2016 год суммарная численность легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан составляла более 43 млн. единиц. Согласно данным диаграммы (рис. 2), прирост данного показателя за 10 лет с 2006 года по 2016 год составил порядка 70%.

По состоянию на 1 июля 2017 года на автомобили иностранного производства приходилось 60% от общего количества легковых автомобилей в РФ. При этом

тока. Так в Приморье, на Сахалине и в Хабаровском крае доля иномарок в местном парке превышает 90%. Однако первенство у Калининградской области. Здесь данный показатель составляет – 95,5%. Соответственно в большинстве субъектов РФ доля иномарок ниже, чем в среднем по стране. Наиболее низкие результаты в этом плане имеют регионы Северного Кавказа – не более 35%. А в Дагестане и вовсе зафиксирована наименьшая доля иномарок в стране, которая составляет всего лишь 23,4%.

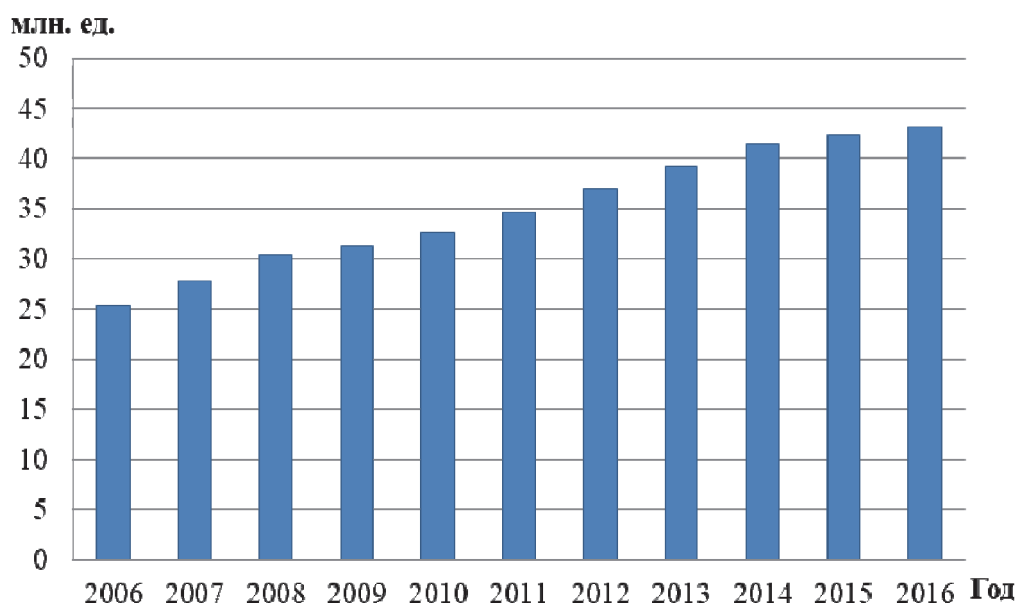


Рис. 2. Динамика изменения количества легковых автомобилей в РФ, находящихся в собственности граждан

Согласно результатам исследования, проведенного аналитическим агентством «АВТОСТАТ» [3], по состоянию на 1 июля 2017 года обеспеченность легковыми автомобилями в среднем по России составила 290 штук на 1000 жителей. Если рассматривать крупнейшие региональные парки в стране, то среди них самым обеспеченным субъектом РФ является Московская область, в которой на 1000 человек приходится 348 легковых автомобилей. На втором месте располагается Санкт-Петербург, показатель которого составил 319 единиц. Немного уступают Северной столице Краснодарский край и Самарская область (по 313 шт.), еще ниже результат Татарстана (311 шт.). И только потом следует Москва, у которой обеспеченность достигает 311 легковых автомобилей на 1000 жителей. В остальных российских регионах, входящих в ТОП-10 по объему парка легковых автомобилей, показатель обеспеченности оказывается ниже 300 единиц на 1000 жителей. Так, в Ростовской и Челябинской областях он равен 299 шт., в Свердловской области – 289 шт., а в Башкортостане – 287 шт. Как видно, в двух последних субъектах РФ обеспечен-

ность легковыми автомобилями меньше, чем в среднем по стране. По данным аналитического агентства «АВТОСТАТ», такая ситуация характерна для 46 регионов.

На середину 2017 средний возраст парка легковых автомобилей в России достиг 12,5 лет [3]. На 1 июля 2016 года этот показатель составлял 12,2 года. Таким образом, можно сделать, средний возраст легковых автомобилей в стране увеличился на 3 % или 4 месяца в абсолютном выражении.

Белгородская область входит в двадцать самых обеспеченных легковыми автомобилями субъектов РФ. Данный показатель в последние годы также показывает стабильный рост [1]. Есть объективные причины, по которым можно сказать, что подобная тенденция сохранится в ближайшей перспективе.

Согласно данным Белгородстата в 2015 году в г. Белгороде в сфере технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств функционировало 167 организаций, в 2016 – 138 [4]. По данным портала 2gis.ru на текущий момент в данной сфере на территории г. Белгород и ближайших районов работает 188 организаций (рис. 3).

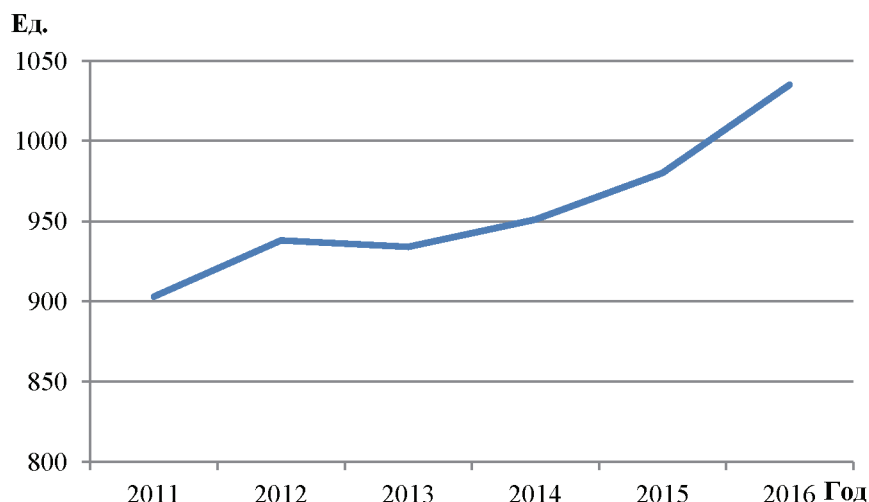


Рис. 3. Количество предприятий, специализирующихся на торговле автотранспортными средствами и мотоциклами, их техническом обслуживании и ремонте в Белгородской области [2]

Динамика роста количества предприятий, специализирующихся на торговле автотранспортными средствами и мотоциклами, их техническом обслуживании и ремонте в Белгородской области представлены на рис. 3 [2].

Анализ данного графика показал, что прирост количества СТО за период с 2011 по 2016 годы составил порядка 15%. Таким образом можно сделать вывод, что авторемонтный бизнес в Белгородской области устойчиво развивается, а следовательно возрастает и конкуренция.

Таким образом, можно сделать вывод, что в РФ наблюдается положительная динамика роста количества продаж легковых автомобилей, что говорит о восстановлении рынка. Рост числа предприятий, специализирующихся на обслуживании автомобильного транспорта в г. Белгороде,

свидетельствует о том, что данная ниша привлекательна для предпринимательства, и востребована со стороны автовладельцев.

#### Список литературы

1. Конев А.А. Аналитические исследования качества автомобильного сервиса в Белгородском регионе // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 2013. – С. 1145–1149.
2. Конев А.А., Кротенко А.Л. Анализ перспектив развития автосервисных услуг в г. Белгороде // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Вып. 2. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – С. 75–79.
3. Основные показатели парка легковых автомобилей в РФ // Аналитическое агентство «АВТОСТАТ». – URL: <https://www.autostat.ru/news/31203/> (дата обращения: 15.12.2017 г.).
4. Сайт органов местного самоуправления г. Белгорода. – URL: <http://www.beladm.ru/> (дата обращения: 03.11.2017).
5. Статистика и рейтинги продаж автомобилей в России в 2017 году. – URL: <http://serga.icnet.ru/cars-sales-2017-russia.html> (дата обращения: 15.12.2017 г.).



УДК 629.331:62–7

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АВТОМОБИЛЬНОГО СЕРВИСА НА ПРИМЕРЕ УПЛ ПО ТО И Р ПРИ БГТУ ИМ. В.Г. ШУХОВА

Однокозов П.С., Дуганова Е.В.

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород,  
e-mail: sherhan012@yandex.ru*

С каждым годом число старых, требующих большого ремонта, машин растет. Растет потому, что многие люди предпочитают ездить не на новых автомобилях, а на поддержанных. Выражается это зачастую их относительно не большими доходами, из-за которых они попросту не могут себе позволить новую машину. Они прекрасно понимают, что на новом автомобиле ездить выгоднее, чем содержать поддержанную машину. В связи со сложившимся положением в экономике России, спрос на новые автомобили резко сократился, причиной того послужило существенное повышение цен. Логично предположить, что многие люди продолжат эксплуатировать свои автомобили, а так как в последние годы ресурс новых автомобилейкратно сократился и некоторые даже не способны проехать и 100000 километров без серьезного ремонта.

**Ключевые слова:** производственно-техническая база, автомобиль, СТО, предприятие, сервис, реконструкция, улучшение, модернизация, мероприятие, переоборудование

## MODERNIZATION OF INDUSTRIAL AND TECHNICAL DATABASE OF AUTOMOBILE SERVICE ON THE EXAMPLE OF PIECE ON TO AND R IN BSTU NAMED AFTER V. SHUKHOV

Odnokozov P.S., Duganova E.V.

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod,  
e-mail: sherhan012@yandex.ru*

Every year the number of old, requiring large repairs, machines is growing. It grows because many people prefer to drive not on new cars, but on supported ones. Cut it out because they simply can not afford to reclaim the car. They perfectly understand that it's more profitable to drive a new car than to maintain a car. In connection with the current situation in the Russian economy, the demand for new cars fell sharply, the reason for that was a significant increase in prices. It is logical to assume that many people will continue to operate their cars, and since in recent years the resource of new cars has decreased by a factor of several and some can not even pass 100,000 kilometers without serious repair.

**Keywords:** production and technical base, car, service station, enterprise, service, reconstruction, improvement, modernization, event, re-equipment

Спрос на услуги автомобильного авто-сервиса всегда будет расти. Но так же будут и машины появляться все сложнее и сложнее. В них уже будет множество систем, которые усложняют ремонт.

Без реконструкции производственно-технической базы, совершенствования сервиса под настоящий рынок, работа этого предприятия станет не возможной.

Для реконструкции ПТБ действующего предприятия существуют следующие методы.

В первую очередь, секционный метод развития СТО предусматривает строительно-архитектурную функцию. К методу развития содержания СТО можно отнести метод пространственного формирования, так как смысл второго определения метода – секционный. [3].

Наиболее важными факторами, которые определяют потребность в реконструкции СТО должны, отражаться в проектировочном задании. Ими являются:

- Увеличение объема производства.

- Улучшение конструкции автомобильной техники.

- Совершенствование организации и технологии производства.

- Увеличение производительности труда, качества выпускаемой продукции или услуг.

- Повышение уровня условий труда, механизации, автоматизации предприятия.

Условиями, которые необходимы для реализации модульно-секционного метода в планировочном отношении являются: технологический модуль по площади и геометрическим параметрам, входящие в секцию, предназначенную для строительства некоторого число раз; модуль, состоящий из двух или нескольких секций, предназначенных для строительства; модулькратно равен секции для строительства [4].

Развитие производственно-технической базы предприятий автомобильного транспорта связано с капитальным строительством.

Расширенное ОПФ проявляется в виде проведения строительных мероприятий над новыми предприятиями, проведения реконструкции и переоборудования действующего предприятия автомобильного сервиса.

Строительство нового предприятия подразумевает постройку комплекса сооружений, а также зданий и сооружений отдельного производства действующего АТП, которые строятся на совершенно новом участке земельной территории с единой целью создания новейших производственных мощностей.

Возведение на новом участке земли автотранспортного предприятия, даже если оно стоит взамен предприятия, к которому должны были быть применены меры по его разрушению. Причины данного деяния могут быть различны: техническая причина, экологическая, социальная, санитарная.

Расширение автотранспортного предприятия представляет собой проведение строительных работ над новыми зданиями и сооружениями на территории предприятия. Увеличить площадь имеющихся строений можно путем добавления пристройки. Необходимо это для повышения производственных мощностей [6].

Реконструкция СТО подразумевает перестройку имеющихся зданий, необходимо это для улучшения выполнения технологических процессов, ввода в эксплуатацию нового технологического оборудования. Также полная реконструкция помогает улучшить санитарные условия труда, и мероприятий по охране окружающей среды. В отличие от расширения, Реконструкция АТП осуществляется без увеличения площади зданий, тогда как при расширении площадь зданий будет увеличиваться. Еще один метод улучшить производственно-техническую базу сервиса – это технически переоснастить его.

Техническое переоснащение СТО под собой подразумевает выполнение нескольких мероприятий, которые нацелены на повышение технико-экономического уровня производства или отдельных элементов производственно-технической базы без поднятия мощности СТО.[2]

Техническое переоснащение выполняется с целью:

- замены старого непроизводительного, изношенного оборудования, для полноценной работы СТО;
- улучшения очистных сооружений сточных вод, средств, очистки загрязненного воздуха;

- подсоединения СТО к центральным источникам теплоснабжения, электрической энергии, водоснабжения;

- переработка систем отопления и вентиляции;

- запуск автоматизированных систем управления;

В каждом конкретном случае имеется выбор наиболее рациональной и эффективной формы капитальных затрат на воспроизводство ОПФ.

По существу все формы развития ПТБ АТП тесно взаимосвязаны между собой, взаимно дополняя друг друга. Кроме нового строительства, другие формы в «чистом» виде практически не встречаются. Так, расширение и реконструкция при определенных условиях предусматривают возможность частично нового строительства. Расширение АТП практически не происходит без реконструкции существующих зданий и сооружений, а реконструкция и техническое перевооружение почти всегда производятся с целью расширения производства.

Реконструкция, расширение и техническое перевооружение действующих производств имеют ряд преимуществ перед новым строительством [5].

Первое преимущество состоит в более экономичном расходовании материальных и финансовых средств.

Второе преимущество – освоение сроков капитальных вложений.

Третье преимущество – связано с тем, что строительные работы выполняются на площадке, которая оснащена путями подъезда, сетями электроэнергии, водопровода, канализации.

На примере УПЛ по ТО и Р при БГТУ им. В.Г. Шухова можно провести анализ модернизации производственно-технической базы этого предприятия, а так же повышение конкурентоспособности на рынке автосервисных услуг.

УПЛ по ТО и Р при БГТУ им. В.Г. Шухова изначально имеет ряд проблем такие как: не развитая рекламная деятельность, устаревшее оборудование, плохой подъезд. Сама инфраструктура предприятия позволяет использовать по максимуму данный сервис, все его возможности, но необходимо проработать некоторые проблемы и решить их, после чего поток машин должен увеличиться в разы, по отношению с настоящим временем.

У данного сервиса месторасположения очень удачное. Он находится в достаточно

оживленном месте, на пересечении улицы Костюкова и Губкина. Во время учебного года поток клиентов увеличивается, так как в пределах территории БГТУ им. В.Г. Шухова сосредотачивается огромное количество студентов.[1]

Первое, что необходимо сделать, это перенести шиномонтажное оборудование. На данный момент оно находится в слесарном участке, непосредственно около заезда в цех. Данное расположение существенно затрудняет заезд транспортных средств на ремонт или обслуживание, особенно эта проблема, будет актуальна в сезон смены резины, так как использование шиномонтажного оборудования резко возрастает, тем самым нарушается работа сервиса, увеличивается время, которое можно использовать в других целях.

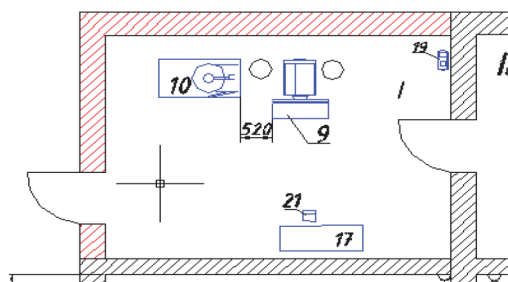


Рис. 1. Шиномонтажное оборудование

Также немаловажная и перспективная услуга это замена или установка не заводского двигателя внутреннего сгорания.

Второе мероприятие, которое хотелось бы внедрить в данное предприятие это склад запасных частей. При введении в эксплуатацию этой идеи, спрос на обслуживание или покупку запасных частей увеличится. Еще одна причина, почему увеличится спрос на запчасти это отсутствие в радиусе 1,5 километров магазинов, торгующими запасными частями. В данной ситуации внедрение склада будет оптимальным решением, особенно для клиентов, которым не надо будет самим предоставлять запасные части, как это бывает во многих автомобильных сервисах. Ниже представлена часть планировки предприятия, где изображены помещения для создания склада.

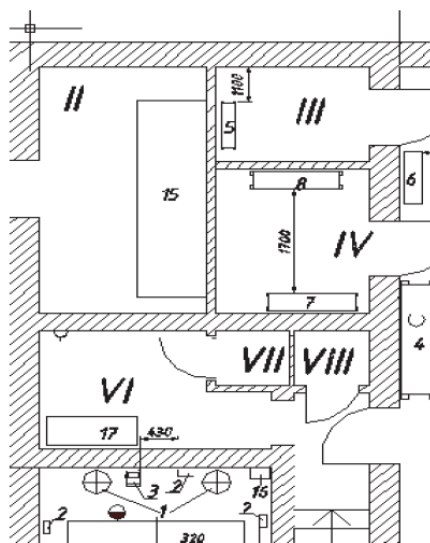


Рис. 2. Место для размещения складского помещения

Так как месторасположение данного сервиса нельзя полностью назвать удачным, по некоторым факторам, но у него так, же имеются свои плюсы. Большой поток автомобилей вблизи территории этого сервиса дают хорошие перспективы для того, чтобы большее число транспортных средств посещало автосервис. Для этого в первую очередь не хватает рекламы, большой, броской вывески у дороги по улице Костюкова, где будет изображена схема проезда.

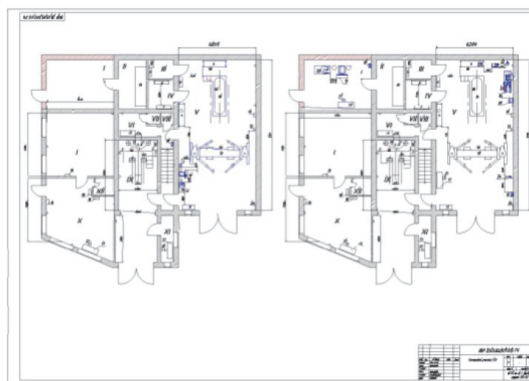


Рис. 3. Переоснащение сервиса (на левом рисунке то, что имеем на данный момент, на правом то, что планируется в будущем)

Необходимо запустить рекламу на телевидении и по радиостанциям. Так как сейчас очень сильно развит интернет, то необходимо запустить рекламу и в медиапространстве, на начальном этапе можно

сделать некоторые акции, подарки. Так как большая часть потенциальных клиентов это молодежь, обучающаяся в университете, то реклама в интернете будет наиболее эффективна.

Сущность данного проекта – это переоборудование ПТБ автомобильного сервиса, замена некоторого оборудования, перестановка его. Создание отдельного шиномонтажного помещения с удобным подъездом и оборудованием для его проведения, так как необходимое оборудование уже имеется и требует его перемещения, так как находится в сервисной зоне и при использовании станков мешает заезду/выезду транспортных средств.

Создание новой услуги по замене и установке не заводского двигателя внутреннего сгорания.

Создание склада по хранению запасных частей. Данное мероприятие поможет осуществить незамедлительный ремонт, при условии наличия необходимых запчастей. Наличие склада улучшает поток клиентов, как для проведения ремонтных работ, так и для выполнения розничных продаж запасных частей, тем самым и простая прода-

жа в дальнейшем привлечет того же клиента на ремонт транспортного средства.

Все вышеперечисленные операции и мероприятия поспособствуют улучшения производственно-технологической базы, а также повышению пропускной способности сервиса и увеличению конкурентоспособности данного предприятия на рынке.

#### Список литературы

1. Однокозов П.С., Прохорова Е.В. Совершенствование ПТБ слесарно-механического участка при УПЛ по ТО и Р БГТУ им. В.Г. Шухова // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, 2017.
2. Бортников С.П. Основы проектирования предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие // Ульяновск: УлГТУ, 2008. – С. 63.
3. Рыбин Н.Н. Предприятие автосервиса. Производственно-техническая база / Курганский государственный университет, 2007. – С. 138.
4. Севрюгина Н.С., Прохорова Е.В. Оценка факторов риска возникновения нештатных ситуаций при эксплуатации машин ударного действия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2013. – №2. – С. 192–195.
5. Матренин А.В., Прохорова Е.В. Применение аддитивных технологий в машиностроении и изготовление запасных частей для автомобилей // Страна живет, пока работают заводы: Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, 2015. – С. 215–217.
6. Шакалов И.П., Прохорова Е.В. Особенности организации станций технического обслуживания // Образование, наука, производство, 2015. – С. 1149–1151.

УДК 629.3.082.4

**ВНЕДРЕНИЕ МОЙКИ САМООБСЛУЖИВАНИЯ НА АЗС****Рязанцев А.В., Дуганова Е.В.***Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород,  
e-mail: ryazancev\_915@mail.ru*

В данной статье сделан небольшой проект по внедрению мойки самообслуживания на автозаправочную станцию, с приведением расходов на реализацию данного проекта. Выполнен анализ рынка услуг моек в отдельно взятом районе города Белгорода, где рассчитано внедрить мойку на автозаправочную станцию, также приведен состав конкретных мероприятий, необходимых для внедрения мойки на территорию, а именно: получение технических условий на строительство, разработка и согласование проектной документации; произведены подсчеты на первоначальные расходы по подготовке производства: проектно-сметная документация, получение разрешительной документации на строительство мойки, руководство подготовкой производства, анализ и подбор технологического оборудования; приведены таблицы с необходимыми расходами на технологическое оборудование для мойки и затраты на рекламные мероприятия.

**Ключевые слова:** мойка самообслуживания, автозаправочная станция, предприятие, мойка автомобиля

**INTRODUCTION OF SELF-SERVICE WASHING AT AZS****Ryazantsev A.V., Duganova E.V.***BSTU named after Shukhov V.G. Belgorod, e-mail: ryazancev\_915@mail.ru*

In this article, a small project on the implementation of a self-service wash at a filling station, with the cost of implementing this project, is made. The analysis of the market of sink services in a particular area of the city of Belgorod is carried out, the composition of concrete measures necessary for the introduction of a sink into the territory is also given, namely: obtaining technical conditions for the construction, development and approval of project documentation; calculations are made for the initial costs of preparing the production: design and estimate documentation, obtaining permits for the construction of a sink, management of production preparation, analysis and selection of process equipment; tables are given with the necessary costs for the process equipment for cleaning and the cost of advertising activities.

**Keywords:** washing of self-service, gas station, enterprise, car washing

С каждым днем автотранспорта на дорогах и в городах становится все больше, следовательно, возрастает потребность в услугах предоставляемых автомоечными предприятиями. Предложение вымыть автомобиль своими руками по цене, потраченному клиентом времени, удобству пользования, качеству и самое главное подходу, к такому рода сервису, является наиболее конкурентным на этом рынке.

Если взглянуть на Мировую практику и опыт, то сейчас автомойки самостоятельного обслуживания стали популярным видом автомоек. Доля сегмента обслуживания постоянно растет и занимает более 50% автомоечного бизнеса. Практика эксплуатации объектов такого типа показала, что наши климатические условия не являются помехой. Можно твердо говорить, за несколько лет автомойки самообслуживания займут большую долю в моечном бизнесе.

Автомобилистов привлекает экономия средств, скорость, итоговый результат. Так вот если данный вид мойки настолько популярен везде, пользуется огромным спросом у автомобилистов, то внедрение мойки самообслуживания на АЗС станет огромным ша-

гом к успеху в данном совмещении предприятий по оказанию услуг для автомобилей.

Конечно же, необходимо привлекать клиентов, чтобы это все работало. Нужно поместить рекламу на баннерах, интернете, радио. Затраты не такие огромные, в рамках такого предприятия они окупятся достаточно быстро. Также можно привлечь внимание автомобилистов путем проведения различных акций, например, после заправки автомобиля на 1000 руб., мойка авто бесплатно.

Главным достоинством внедрения мойки самообслуживания на АЗС является то, что почти все клиенты данной автозаправочной станции будут также клиентами этой мойки, находящейся на территории заправки. Так как все автомобили не могут ездить без топлива, им приходится заезжать постоянно на заправку, и при этом еще доступна такая услуга как мойка автомобиля, что достаточно будет привлекать автомобилистов ездить именно на этот автозаправочный комплекс. Такое совмещение даст большую уверенность в получении большей прибыли, чем на обычной заправке. Мойка автомобиля и его заправка это необходимые действия для поддержания авто в работоспособном

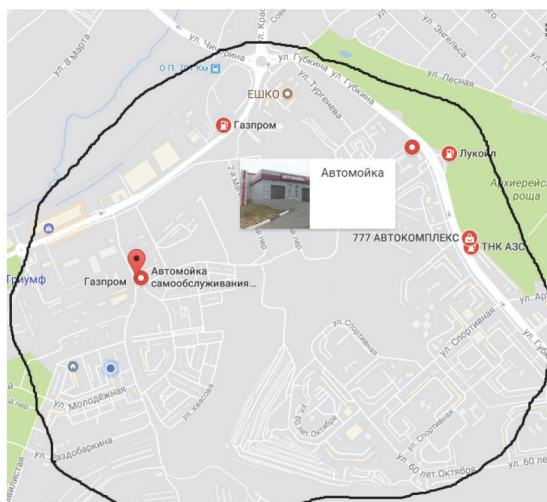


состоянии, так если данные вещи настолько востребованы, то почему бы их не объединить, клиентам не придется ехать мыть машину в одном месте, а заправляться в другом, все это будет находиться рядом [4].

#### Анализ сектора

Оценка рынка услуг моек и АЗС в отдельно взятом районе, район «Спутник» г. Белгород.

В данном районе выбрано планируемое место для внедрения мойки на территорию автозаправочной станции. Место выбрано в связи с тем, что данный район плотно заселен, а так как почти каждый второй имеет свой личный автомобиль, то автомобилей много, так же здесь находится малое количество автомоек, так что такое внедрение будет актуально в данной области города.



**Таблица 1**

Сводная таблица перечня организаций и услуг автомоек, автосервиса на участке г. Белгорода района «Спутник» [3]

| № п/п | Название предприятия         | Сфера услуг                | Адрес, телефон                                                                     |
|-------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Газпром АЗС самообслуживания | Заправка автомобилей       | ул. Молодёжная, 21А, Белгород, Белгородская обл.<br>8 (800) 200–68–28              |
| 2     | Автомойка самообслуживания   | Оказание автомоечных услуг | ул. Молодёжная, 21А, Белгород, Белгородская обл.<br>8 (980) 523–25–55              |
| 3     | АЗС Газпром                  | Заправка автомобилей       | ул. Магистральная, 2Б, Белгород, Белгородская обл.,<br>308019<br>8 (472) 233–80–02 |
| 4     | Автомойка                    | Мойка автомобилей          | ул. Губкина, 53, Белгород, Белгородская обл.,<br>308000<br>8 (910) 221–93–93       |
| 5     | АЗС Лукойл                   | Заправка автомобилей       | ул. Губкина, 62, Белгород, Белгородская обл.,<br>308000<br>8 (472) 220–76–11       |
| 6     | 777                          | Автосервис, автомойка      | ул. Губкина, 52, Белгород, Белгородская обл.,<br>308036<br>8 (472) 257–77–77       |
| 7     | ТНК                          | Заправка автомобилей       | ул. Губкина, 15 к, Белгород, Белгородская обл.,<br>308033<br>8 (472) 226–13–47     |

Состав конкретных мероприятий, необходимых для внедрения мойки на территорию АЗС

#### Получение технических условий

Одним из ключевых моментов при строительстве любого объекта капитального строительства, требующего получения разрешения на строительство, является получение технических условий на подключение к различным системам коммуникаций.

– ТУ на проектирование ливневой канализации;

– ТУ на перечень мероприятий по ГО и ЧС;

– ТУ на водоснабжение и канализацию.

2. Разработка и согласование проектной документации.

Состав необходимой проектной документации определялся в полном соответ-

ствии с требованиями Градостроительного кодекса, Постановления правительства № 87 и выглядел следующим образом: генеральный план (схема планировочной организации, вертикальная планировка, сводный план инженерных сетей); проект внешнего электроснабжения; проект наружного водоснабжения; проект ливневой канализации и проект на наружное освещение (подлежит согласованию с Управлением инженерной защиты города Белгорода); проект организации строительства, в т.ч. строй ген. план и схема организации дорожного движения (схема организации дорожного движения подлежит согласованию департаментом транспорта и связи администрации города); проект мероприятий по пожарной безопасности; перечень мероприятий по охране окружающей среды [6].

**Таблица 2**

Первоначальные расходы по подготовке производства, руб. [7]

|       | Наименование                                           | Сумма  |
|-------|--------------------------------------------------------|--------|
| 1.    | Проектно-сметная документация                          | 200000 |
| 2.    | Получение разрешительной документации на строительство | 150000 |
| 6.    | Руководство подготовкой производства                   | 50000  |
| 7.    | Анализ и подбор инновационного оборудования            | 100000 |
| ИТОГО | 500000                                                 |        |

**Таблица 3**

Необходимое оборудование [1]

| Наименование оборудования         | Цена (тыс.руб.) | Кол-во (шт.) | Сумма (тыс.руб.) |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|------------------|
| Терминал управления               | 60              | 2            | 120              |
| Силовое оборудование              | 280             | 1            | 280              |
| 2-х постовой пылесос              | 175             | 1            | 175              |
| Система умягчения воды            | 75              | 1            | 75               |
| Держатель пистолета напольный     | 3,5             | 2            | 7                |
| Очистные сооружения               | 199             | 1            | 199              |
| Пистолет с защитой от скручивания | 2,6             | 2            | 5,2              |
| Держатель коврика                 | 2               | 8            | 16               |
| Изогнутый пантограф               | 21              | 2            | 42               |
| Шланг магистральный               | 3               | 2            | 6                |
| Рукомойник                        | 47              | 1            | 47               |
| Итого:                            | 901             | 21           | 972,2            |

Таблица 4

Затраты на рекламные мероприятия [5]

| №      | Мероприятия                | Цели                                                                      | Стоимость, руб. | Планируемая эффективность                               |
|--------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------|
| 1      | Реклама на дорожных знаках | Запоминание продукта, узнаваемость, влияние на принятие решения о покупке | 30000           | Размещение знаков вблизи АЗС.                           |
| 2      | Реклама на баннерах        | Имидж, информация, поиск клиентов                                         | 31400           | Обеспечение узнаваемости 100 %, влияние на потребителей |
| 3      | Реклама в интернете        | Позиционирование, узнаваемость, влияние на принятие решения о покупке     | 30000           | 100 % при размещении в поисковиках                      |
| Итого: | 91400                      |                                                                           |                 |                                                         |

Автомойка самообслуживания при автозаправочной станции, вслед за общемировым трендом, из простой сервисной услуги трансформируется в полноценный комплексный центр по обслуживанию автомобиля. Данная разработка принесет больше доходов, и заправка будет обладать наивысшей конкурентоспособностью, против своих конкурентов. Такой ход даст, возможно, некий стимул для того, чтобы конкурировать на одном уровне с планируемым предприятием.

Топливные ретейлеры в России тоже стали активно развиваться, естественно, с оглядкой на мировой опыт. Сегодня клиент выбирает АЗС уже не просто потому, что где-то топливо дешевле или качественнее, но оценивая, какой дополнительный набор услуг здесь можно получить [2].

Данный проект АЗС с мойкой будет позиционировать себя уже как топливный ретейлер, работающий в сегменте также рынка моечных услуг. Сервисная составляющая на АЗС будет представлена максимально качественно и комплексно, клиент сможет воспользоваться не только услугой заправки и основных типовых услуг, предлагаемых

на АЗС, как подкачать шины, купить необходимые товары в дорогу, пополнить счет мобильного телефона, снять деньги в банкомате, перекусить в кафе, но и главное в этой идее – помыть свой автомобиль.

#### Список литературы

1. Оборудование для автомойки самообслуживания // dezbur URL: <http://dezbur.com/db/oborudovanie-dlya-biznesa/reshili-otkryt-avtomoyku-samoobs-luzhivaniya-vybiraem-neobhodimoe-oborudovanie.html> (дата обращения: 20.11.2017).
2. Севрюгина Н.С., Прохорова Е.В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса: Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 123 с.
3. Рязанцев А.В., Прохорова Е.В. Автомойка самообслуживания // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017.
4. Чумаченко Ю.Т. Эксплуатация автомобилей и охрана труда на автотранспорте: учебник / Ю.Т. Чумаченко, В.Г. Чумаченко, А.В. Ефимова. – Ростов н/Д.: Феникс, 2001.
5. Раицкий К.А. Экономика организации (предприятия): Учебник / . – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дашков и К, 2003. – 1010 с.
6. Звягинцев А.А., Прохорова Е.В. Влияние качества автомобильного бензина на экологию // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2016) сборник статей VIII Международной научно-технической конференции. С. 122–127.
7. Шакалов И.П., Прохорова Е.В. Особенности организации станций технического обслуживания // Образование, наука, производство, 2015. – С. 1149–1151.

УДК 629.331:658.51

**ВНЕДРЕНИЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЕ  
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА****Струщенко А.Л., Дуганова Е.В.***ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
Белгород, e-mail: sttm-bstu@mail.ru*

В результате проведенного исследования по результатам внедрения принципов бережливого производства на крупнейших предприятиях автомобильного транспорта в РФ (КамАЗ, ГАЗ, ВАЗ), было принято решение по внедрению принципов бережливости на предприятии – ООО ТК «Экотранс», расположенном в городе Белгород. В ходе дальнейшей работы были подробно изучены и проанализированы сильные и слабые стороны ТК «Экотранс». Проанализировав получившуюся статистическую информацию по выходу из строя двигателей внутреннего сгорания, принято решение о создании проекта по созданию и внедрению моторного цеха с принципами бережливого производства. В качестве результата внедрения проекта планируется получить специализированный цех по ремонту двигателей грузовых автомобилей, позволяющий приносить стабильную прибыль, в виду высокого спроса на оказание данной услуги.

**Ключевые слова:** бережливое производство, внедрение на АТП, анализ**THE INTRODUCTION OF BARELY PRODUCTION ENTERPRISE OF  
AUTOMOBILE TRANSPORT****Strushchenko A.L., Duganova E.V.***Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, e-mail: sttm-bstu@mail.ru*

As a result of the conducted research on the results of the introduction of lean manufacturing principles at the largest road transport enterprises in the Russian Federation (KamAZ, GAZ, VAZ), a decision was taken to introduce the principles of thrift at the enterprise – ООО Ekotrans, located in Belgorod. In the course of further work, the strengths and weaknesses of the ECOTRANS TC were thoroughly studied and analyzed. Analyzing the resulting statistical information on the failure of internal combustion engines, it was decided to create a project to create and implement a motor shop with the principles of lean manufacturing. As a result of the project implementation, it is planned to receive a specialized shop for repairing the engines of trucks, which makes it possible to bring a stable profit, in view of the high demand for this service.

**Ключевые слова:** бережливое производство, внедрение на АТП, анализ

В современном мире перед владельцами и руководителями предприятий стоит задача повышения производительности труда и устранения всех видов потерь. Эта проблема становится все актуальней в связи с постоянным повышением стоимости ресурсов и сырья, а также активной деятельностью российских и зарубежных конкурентов. Ввиду этих факторов предприятиям, которые планируют остаться на рынке, необходимы средства улучшения производственного процесса, без крупных денежных вложений [3].

Решением данной задачи является внедрение управленческой инновации – бережливого производства. Основанная на Производственной системе Тойота, система бережливого производства включает в себя множество других методов повышения эффективности производства. Одним из основных методов является создание кайдзен групп, основной задачей которых является непрерывное изучение всех стадий производственного процесса с последующей разработкой и внедрением методов его усовершенствования. Слово включает в себя

два других – «кай» (перемена) и «дзен» (мудрость). Основа метода Кайдзен состоит из 5 ключевых элементов (seiri – аккуратность; seiton – порядок; seiso – чистота; seiketsu – стандартизирование; shitsuke – дисциплина) [2].

На сегодняшний день большинство крупнейших мировых производителей различных товаров применяют технологии бережливого производства. Это такие компании, как Boeing, Ford, Xerox, Bridgestone, Toyota, Honda. Среди отечественных это ГАЗ, Сухой, КамАЗ, Иркут, Иркутскэнерго, Госкорпорация Росатом, Группа Е4, Русские краски [1].

Среди российских предприятий одним из первых внедрили эту систему на ПАО «КАМАЗ». Использование инструментов бережливого производства позволило значительно снизить потери в производственном процессе в областях передвижения, транспортировки, ожидания, запасов, обработки, производства, переработки. Экономический эффект по улучшениям в целом за год превысил два миллиарда рублей. Этот результат почти на полмиллиарда рублей

больше по сравнению с прогнозами специалистов КАМАЗа.

Челнинский автогигант благодаря внедрению методов и инструментов бережливости за последние десять лет сэкономил в общей сложности 35 миллиардов рублей. В течение указанного периода специалисты подали и внедрили более миллиона кайдзен-предложений, открыли свыше 24 000 кайдзен-проектов (из них было реализовано 18 500). [6]

Таким образом, на ПАО «КАМАЗ» был сделан большой шаг по решению семи проблем, выявленных создателем бережливого производства Тайити Оно:

Перепроизводство – лишнее количество товаров;

Ожидание – не рациональное распределение времени в производственных циклах;

Ненужная транспортировка – большое количество транспортных путей в производстве производственном цикле;

Технология – неправильно организованная технология процессов приводит к несогласованности действий.

Дефекты – на исправление дефектов уходят затраты материалов и труда.

Запасы – излишние запасы материалов добавляют стоимость к продукции, но не дают ценность.

Движения – непродуктивные и лишние движения увеличивают время выполнения операций и их сложность [7].

В результате получившихся изменений в рамках предприятия была также решена проблема реализации потенциала сотрудников (материальное поощрение за успешные кайдзен предложения). С помощью кайдзен предложений удалось создать около четырехсот эталонных участков. [4]

В рамках научно-исследовательской деятельности по внедрению принципов бережливого производства на предприятии автомобильного транспорта было выбрано предприятие ООО ТК «Экотранс», расположенное в городе Белгород. Данная компания занимается сбором, транспортировкой, утилизацией и переработкой всех видов отходов.

В ходе исследования был произведен анализ и выявлены слабые и сильные стороны предприятия. К сильным сторонам предприятия можно отнести:

1. Большой ассортимент оказываемых услуг.

2. Наличие собственного Интернет-сайта, где покупатель может ознакомиться со всеми услугами.

3. Финансовая стабильность.

4. Монополистическое положение на рынке.

5. Удобное географическое расположение автобазы и полигона по переработке отходов.

6. Известность торговой марки

К слабым сторонам предприятия относятся:

1. Высокая степень износа техники в виду из-за тяжелых условий эксплуатации.

2. Отсутствие заинтересованности рядовых сотрудников в развитии предприятия.

3. Отсутствие собственного специализированного цеха по ремонту ДВС.

4. Не развитая система поощрения сотрудников предлагающих внедрение инноваций.

Создание собственного цеха по полному ремонту ДВС с внедрением принципов Lean – технологий для всего ремонтно-производственного отдела позволит решить эти проблемы.

Рассмотрим процесс проведения ремонта на примере ремонта КШМ. На сегодняшний день ремонт представляет собой следующий процесс, состоящий из этапа диагностики и выявления неисправности, разборки и дефектовки ДВС, заказ и покупка запасных частей, отправка восстанавливаемых элементов на ремонт в сторонние организации, сборка ДВС.

Ремонт КШМ на примере проточки коленчатого вала под следующий ремонтный размер составляет около 8–10 дней с учетом разборки двигателя, сборки. При наличии собственного оборудования для полноценного ремонта коленчатых валов, ремонт сократится на 4–5 дней, так как не будет затрачено время на поиск организации по ремонту валов. Таким образом, можно будет избежать длительного простоя техники.

Согласно данным, полученным в организации ООО ТК «Экотранс», выход двигателя из строя происходит раз в 10 дней. Средняя стоимость ремонта без учета запасных частей составляет 85000 рублей. Таким образом, можно рассчитать, что в месяц на ремонт ДВС организация тратит 300–350 тысяч рублей. В штат моторного цеха планируется взять двух специалистов с заработной платой 35000 рублей.

Экономия, полученная в результате деятельности моторного цеха в год, без учета средств, полученных в результате ремонта двигателей в год, составит:

$$35000 \cdot 12 = 4200000 \text{ руб.} \quad (1)$$



В ходе исследования был выполнен подбор технологического оборудования и оснастки. Подбор производился с учетом имеющегося не используемого помещения в зоне ремонтно-производственного отдела. В качестве образца рабочего помещения был выбран популярный в регионе сервис по ремонту ДВС – «Дизель – мастер».

Затраты цеха в первый год с учетом заработной платы специалистов составят:

$$70000 \cdot 12 + 10789710 = 11629710 \text{ руб. (2)}$$

Таким образом, окупаемость цеха по ремонту ДВС составит около трех лет.

В рамках работы цеха планируется оказывать ремонт двигателей внутреннего сгорания грузовых автомобилей и для сторонних организаций.

В ходе анализа рынка было установлено, что по данным Белгородстата, с 2001 по 2017 год количество грузовых автомобилей, зарегистрированных в Белгородской области, увеличилось с 48,8 тыс. до 65,2 тыс. единиц. Отметим, что, по данным на 1 октября 2017 года, большая часть – 40,4 тыс. грузовых авто принадлежит физическим лицам.

В городе Белгород количество грузовых автомобилей на 2017 год составляет 26 тысяч. Основным потребителем услуг разрабатываемого цеха будет предприятие ООО ТК «Экотранс». Согласно проведенному опросу, ремонт двигателя без привлечения специалистов из сторонних организаций, осуществляет 25%, доля автомобилей, предприятия – владельцы которых имеют свой моторный цех, или заключили договор с другими компаниями, составляет 40% (основные конкуренты). При этих условиях, остается еще неудовлетворенная потребность порядка 9000 автомобилей [5].

Таким образом, количество потенциальных потребителей услуг сервиса является достаточным для успешного осуществления данного проекта.

В результате реализации проекта планируется получить следующий результат:

– появление группы по рассмотрению и реализации кайдзен-предложений, что позволит реализовать творческий потенциал рядовых сотрудников и улучшить эффективность на рабочих постах, выраженную в более быстром ремонте техники;

– прогнозирование экономического эффекта на ближайшие четыре года, с приведением показателей для первых двух лет в ежемесячной разбивке;

– создание новой корпоративной культуры, способствовавшей внедрению принципов бережливого производства путем заинтересованности сотрудников;

– появление на предприятии полноценного цеха по ремонту двигателей.

Если процесс внедрения инструментов бережливости в ремонтно-производственном отделе будет успешным, то в дальнейшем вся организация ООО ТК «Экотранс» будет организовывать свою работу, основываясь на принципы бережливого производства.

#### Список литературы

1. Применение «Кайдзен» во всех видах производства // Удмуртия. Выставочный центр. – URL: [http://www.vudmurtia.ru/events/lean/on\\_the\\_lean\\_production/](http://www.vudmurtia.ru/events/lean/on_the_lean_production/) (дата обращения: 29.09.2017).
2. Джеймс П. Вумек, Дэниел Т. Джонс Бережливое производство. – М.: Альпина Паблишер, 2017.
3. Бадыханова Р.М., Богоявленская Е.Е. Бережливое производство. Результаты применения lean-концепции на российских предприятиях // Инновационная экономика: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, 2016 г.). – Казань: Бук, 2016. – С. 71–74.
4. Струщенко А.Л., Щетинин Н.А. Обзор системы управления автосервисным предприятием «Турбо-авто» // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2015. С. 92–96.
5. Струщенко А.Л., Дуганова Е.В. Основы системы бережливого производства на предприятиях по эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов // IX Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство»
6. Васильев В.Л., Вдовина Т.Е., Сабанова В.И. Бережливое производство на предприятии: основные принципы обеспечения конкурентоспособности и управления затратами // Вестник экономики, права и социологии. – 2009. – №1. – С. 15–18.
7. Дручевская И.А. Внедрение системы бережливого производства на российских предприятиях. – URL: <http://sjes.esrae.ru/ru/22> (дата обращения: 01.02.2015).

УДК 629.331:662.76

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА НА АВТОТРАНСПОРТЕ

Толмачев Д.И., Голубенко Н.В.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
Белгород, e-mail: sttm-bstu@mail.ru

В статье изложены перспективы использования сжиженного природного газа в качестве моторного топлива, что способствует повышению эффективности и экологизации автомобильного транспорта. Рассмотрены преимущества применения СПГ перед КПГ, как энергоносителя с наибольшей энергетической эффективностью. Отмечено условие для повышения конкурентоспособности международных транспортных коридоров, проходящих по территории России, за счет оснащения современными multifunctional зонами дорожного сервиса, включающими многотопливные заправки. Приведена информация о перспективе строительства новых объектов газомоторной инфраструктуры и создании сети КриоАЗС. Затронуты вопросы разработки законодательной базы с целью стимулирования перехода транспорта на использование газомоторного топлива. Изложены сведения о крупном и малотоннажном производстве сжиженного природного газа. Проведен обзор основных российских СПГ-проектов. Подчеркнуто, что производства СПГ и КПГ должны дополнять друг друга и способствовать более активному развитию всей российской экономики.

**Ключевые слова:** газомоторное топливо, сжиженный природный газ (СПГ), компримированный природный газ (КПГ), автомобильный транспорт, международные транспортные коридоры, газомоторная инфраструктура, многотопливные автозаправочные станции, криогенные автомобильные заправочные станции (КриоАЗС), СПГ-проекты, экологизация

## PROSPECTS OF LIQUEFIED NATURAL GAS USING AS A MOTOR FUEL FOR AUTO TRANSPORT

Tolmachev D.I., Golubenko N.V.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, e-mail: sttm-bstu@mail.ru

The article described prospects of condensed natural gas using as a motor fuel as method of enhancing the efficiency and ecologization of automobile transport. The advantages of using LNG as energy source with the highest energy efficiency in comparison with CNG has been considered. It has been marked the condition for competitiveness increasing of international transport corridors passing through the Russia territory by equipping by means of modern multifunctional zones of road service which include multi-fuel filling stations. The information about construction prospect of new facilities of NGV infrastructure and the creation of the cryogenic car filling stations network has been provided. The issues of legislative base development with the stimulation purpose of the transport conversion to use natural gas fuel have been mentioned. The information about the large and low-tonnage production of liquefied natural gas has been provided. A review of basic Russian LNG projects has been carried out. It has been emphasized that the LNG and CNG production should complement each other and contribute to more active development of the Russian economy.

**Keywords:** gas fuel, liquefied natural gas (LNG), compressed natural gas (CNG), automobile transport, international transport corridors, NGV infrastructure, multi-fuel filling stations, cryogenic car filling station, LNG projects, ecologization

В качестве моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания используется природный газ (метан) двух видов: компримированный (КПГ) и сжиженный (СПГ). Отечественная и зарубежная практика подтверждают его эксплуатационные и экологические преимущества: сокращение эксплуатационных затрат, снижение выбросов автотранспортными средствами вредных (загрязняющих) веществ, замещение соответствующего количества нефтяных видов моторного топлива. Природный газ соответствует наивысшим экологическим стандартам Евро-5, а в некоторых моделях двигателей – Евро-6 [1].

К наиболее перспективным видам топлива, соответствующим экологическим требованиям и характеризующимся высоким экономическим эффектом, относится

СПГ. При одинаковых нормах расхода СПГ с дизельным топливом цена газомоторного топлива в 1,5–2 раза меньше. Наибольшая эффективность обеспечивается при переводе на использование СПГ тяжелых и сверхтяжелых грузовых автомобилей, а также автобусов, работающих на междугородных маршрутах. Эти автотранспортные средства совершают значительный суточный пробег и потребляют много топлива, поэтому их переход на СПГ обеспечит существенную экономию эксплуатационных расходов перевозчиков.

Преимущества СПГ по сравнению с КПГ: низкое давление хранения СПГ (максимум до 10–20 кгс/см<sup>2</sup> абс. по сравнению с давлением в 250 кгс/см<sup>2</sup> абс. в автомобильных баллонах КПГ); меньшие габариты, масса и стоимость резервуаров хране-

ния и транспортировки топлива (топливных баков) одного и того же энергосодержания; увеличенная длина пробега транспортных средств (примерно в два раза) при одинаковых размерах топливных баков СПГ и баллонов КПП; возможность выбора расположения заправочных станций (в отличие от автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС)) независимо от наличия газопроводов; меньшие земельные площади для заправочных станций по сравнению с АГНКС; возможность выдачи регазифицированного СПГ при высоких давлениях и возможность заправки автомобилей на КПП, т.е. совмещение функций АГНКС на заправочной станции.

Специалистами ПАО «Газпром» и ВНИИгаз было проведено исследование, в результате которого было установлено, что использование СПГ значительно выгоднее КПП. Так, происходит снижение удельных капиталовложений на производство в размере 25–30 %, снижается себестоимость производства топлива на 40 %, снижаются суммарные затраты на производство, доставку и распределение на 10–30 % [2].

За счет глубокой подготовки газа перед его сжижением СПГ становится энергоносителем с наибольшей энергетической эффективностью, пробег транспортного средства без дозаправки увеличивается более чем в 3 раза. СПГ является наиболее оптимальным топливом для магистрального транспорта, сельскохозяйственной техники, морского и железнодорожного транспорта. Благодаря уменьшению объема газа в 600 раз, СПГ можно транспортировать на большие расстояния для дальнейшего использования и хранить в течение длительного времени.

СПГ реализуется потребителям через криогенные автомобильные заправочные станции (КриоАЗС), на которых транспорт может заправляться природным газом в жидком виде. КриоАЗС – новинка для российского рынка, их строительство возможно в случае отсутствия возможности подключения к сетям газораспределения, либо при дефиците необходимого объема газа. Главным требованием остается наличие завода по сжижению газа на приемлемом с точки зрения логистических расчетов расстоянии. При наличии источника СПГ, газ в сжиженном виде доставляется до места размещения КриоАЗС с помощью криовозов, далее происходит заполнение емкостей сжиженным газом. На станции с помощью технологии регазификации, сжиженный

метан преобразуется в сжатый, и после этого возможна заправка транспорта на КПП [3].

СПГ удобен для транспортировки к удаленным территориям, где отсутствует газораспределительная сеть. Хранение СПГ осуществляется в изотермических резервуарах, из которых СПГ поступает в регазификаторы, нагревается, переходит в газообразную форму удобную для поставки газа потребителю по распределительной газовой сети.

По оценкам специалистов, строительство КриоАЗС экономически обосновано на основных транспортных артериях и в крупных логистических центрах, где сосредоточено наибольшее количество грузовой техники, а также в негазифицированных районах.

В Директиве Европарламента 2014/94/EU по внедрению альтернативных видов топлива предусматривается создание сети КриоАЗС для заправки СПГ вдоль трансъвропейской транспортной сети TEN-T, при этом расстояние между КриоАЗС не должно превышать 400 км. Такая плотность размещения объектов газозаправочной инфраструктуры будет способствовать переводу автотранспорта на использование газомоторного топлива.

Для повышения конкурентоспособности международных транспортных коридоров (МТК), проходящих по территории России, они должны быть оснащены современными многофункциональными зонами дорожного сервиса, включающими многотопливные заправки. В России планируется строительство производственных мощностей по производству СПГ и создание сети КриоАЗС для заправки СПГ на автомобильных дорогах федерального значения, входящих в состав МТК. На автодорогах федерального значения, входящих в состав МТК в европейской части России, будут построены 34 КриоАЗС, расстояние между ними не будет превышать 400 км.

Реализация приведенных планов позволит создать необходимые условия для перевода магистрального автомобильного транспорта на использование СПГ, будет способствовать снижению себестоимости автомобильных перевозок и повышению конкурентоспособности МТК, проходящих по территории РФ [4].

Опыт Республики Татарстан может послужить примером для других субъектов России. Сеть из 13 КриоАЗС вводится в эксплуатацию в три этапа: в период с 2016–2022 гг. откроется 5 станций, с 2023–

2025 гг. – 4 станции, с 2026–2030 гг. – 4 станции. Комплекс по сжижению природного газа (КСПГ) обеспечит создаваемую газозаправочную инфраструктуру сжиженным природным газом. Приоритетным направлением для перехода на экономичное и экологичное топливо станет сегмент магистрального и транзитного транспорта (грузовые автомобили и автобусы). Также планируется, что развитие производственно-сбытовой инфраструктуры СПГ даст импульс для перевода техники на СПГ сельскохозяйственными предприятиями, а также организациями, осуществляющими водные и железнодорожные перевозки. Это обусловлено наличием приоритетных маршрутов для строительства газозаправочной инфраструктуры и дальнейшего создания транспортных коридоров, соединяющих Европу и Азию.

Инновационным прорывом в сфере использования сжиженного природного газа в отечественном транспортном комплексе станет проект, реализуемый совместно с ОАО «КАМАЗ». В рамках «Петербургского Международного экономического форума 2015» подписана Дорожная карта по созданию заправочной инфраструктуры КриоАЗС на пилотном маршруте Набережные Челны – Магнитогорск. На указанном участке планируется создание газомоторного логистического коридора, по которому будет осуществляться доставка металлопроката Магнитогорского металлургического комбината на завод «КАМАЗ» в Набережные Челны с помощью грузового автотранспорта, работающего на СПГ. Компания «Газпром газомоторное топливо» выполнит проектирование и строительство сети КриоАЗС, завод «КАМАЗ» проведет опытно-конструкторские работы, организует серийное производство автотехники, работающей на сжиженном природном газе и обеспечит ее сервисной инфраструктурой. Реализация данного проекта создаст импульс для развития газомоторного рынка в Челябинской области, а также даст старт началу серийного производства отечественной СПГ-техники. На данный момент прорабатывается проект создания тракторной техники на СПГ совместно с Кировским заводом и концерном «Тракторные заводы». С ОАО «БелАЗ» обсуждается проект опытной эксплуатации карьерного самосвала на СПГ на одном из промышленных предприятий в Екатеринбурге.

Последующие проекты в сфере СПГ будут реализованы в регионах, относящих-

ся к наиболее перспективным кластерам: Кузнецкому, Центральному, Приволжскому, Северо-Западному, Южному, Приморскому, Тюменскому. По территории этих субъектов проходят основные международные и федеральные трассы, в них сосредоточены крупнейшие логистические центры [5].

Строительство новых объектов газомоторной инфраструктуры для КПП и СПГ, их ввод в эксплуатацию обеспечивает компания «Газпром газомоторное топливо», которой присвоен статус единого оператора по развитию рынка газомоторного топлива от ОАО «Газпром». Строительство и ввод в эксплуатацию АГНКС будет проводиться синхронизированно с расширением парка техники, потребляющей метан в качестве топлива. При необходимости ООО «Газпром газомоторное топливо» организует заправку транспорта и техники от передвижных автогазозаправщиков, либо модулей СПГ. На территории Российской Федерации по состоянию на начало 2017 года действует более 320 АГНКС, 254 из которых принадлежит Группе «Газпром» и ООО «Газпром газомоторное топливо» [6].

Совет директоров ООО «Газпром газомоторное топливо» утвердил план размещения газозаправочной инфраструктуры на маршруте «Москва – Санкт-Петербург», который является частью МТК «Европа – Западный Китай». На федеральной трассе М10 до 2020 года планируется строительство 8 КриоАЗС «Газпром», которые обеспечат заправку транспорта как СПГ, так и КПП.

Современный рынок сжиженного природного газа на транспорте в РФ только зарождается. Прогноз развития транспорта на СПГ в РФ представлен на рисунке [7].

Минтранс РФ разработал проект государственной программы «Расширение использования природного газа в качестве моторного топлива на транспорте и техникой специального назначения». Программа включает 5 подпрограмм по сегментам транспортного рынка (автомобильный транспорт, железнодорожный транспорт, морской и речной транспорт, воздушный транспорт, техника специального назначения), еще 1 подпрограмму – по организации и обеспечению реализации правовой, научной и информационной политики в сфере использования газомоторного топлива (ГМТ). Для ее реализации потребуется 769,6 млрд. руб., из них 163 млрд. руб. должен выделить федеральный бюджет. Цели Программы – стимулирование перехода



транспорта на использование газомоторного топлива для повышения эффективности функционирования транспортных средств за счет снижения себестоимости перевозок и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. Срок реализации Программы – 2018–2022 годы.

В настоящий момент Россия занимает 8 место среди 17 стран-экспортеров СПГ. По оценкам различных экспертов, отечественные производители занимают около 4–5% мирового СПГ-рынка, к 2030 году планируется занять 20% мирового рынка СПГ. Производство сжиженного природного газа в России к 2030 году по прогнозу



*Прогноз развития транспорта на СПГ в РФ*

В части автомобильного транспорта планируется к 2020 году увеличить объем потребления ГМТ в 3 раза по отношению к уровню 2015 года, в т.ч. КППГ – в 2,7 раза, СПГ – до 162 млн. м<sup>3</sup>. К 2022 году планируется в 3 раза нарастить парк автотранспорта на газе и в 3,2 раза увеличить число газозаправочных станций.

Таким образом, Программа должна обеспечить: поэтапный переход автотранспортных средств на использование газомоторного топлива; синхронизированное развитие парка газомоторных автотранспортных средств, мощностей по производству газомоторного топлива, газозаправочной и сервисной инфраструктуры; стимулирование исследований по разработке и производству автотранспортных средств, использующих газомоторное топливо. Переход на сжиженный природный газ рассматривается как одно из приоритетных направлений [8].

В целом, перевод транспорта на СПГ позволит России участвовать в формировании мирового рынка новых экологически чистых энергоносителей и технологий в XXI веке, значительно увеличить валютные поступления от реализации нефтепродуктов на внешних рынках за счет снижения их потребления внутри страны, поможет в решении все более обостряющихся экологических проблем крупных городов страны.

министра энергетики России Александра Новака составит 80 млн. тонн.

К концу этого десятилетия объем производства СПГ должен достигнуть уровня в более чем 50 млн. тонн ежегодно. К этому моменту, согласно прогнозам иностранных аналитических агентств, общемировое производство составит 550–600 млн. тонн.

Мировая индустрия сжиженного природного газа включает крупнотоннажное производство, основная цель которого – поставка СПГ на мировые рынки, и малотоннажное производство, нацеленное на межрегиональную торговлю и удовлетворение спроса на внутреннем рынке. Малотоннажное производство сжиженного природного газа занимает все более значительное место в структуре производства СПГ, в связи с расширением областей применения природного газа. Проекты малотоннажного производства СПГ в условиях падения цен на нефть и природный газ становятся все более привлекательными. Для этого существует несколько причин: капитальные вложения в малотоннажное производство СПГ значительно меньше, чем в крупнотоннажный завод; срок строительства малотоннажного завода составляет 1–3 года, в то время как средний срок строительства для крупнотоннажных заводов составляет 5 лет; срок окупаемости малотоннажных проектов меньше, чем



у крупнотоннажных. К настоящему моменту в России построено и введено в эксплуатацию несколько малотоннажных установок по производству сжиженного природного газа, проекты которых выполнены по разнообразным технологиям [9].

К основным отечественным СПГ-проектам относятся: Ямал СПГ, Печора СПГ, Арктик СПГ, Совместный проект Роснефти и Exxon Mobile на Сахалине, Сахалин-2, Владивосток СПГ, Балтийский СПГ. Арктическая зона Российской Федерации рассматривается российским правительством в качестве важнейшего экономического района и может стать важным транзитным маршрутом, соединяющим Европу и Азию. Особенностью этого маршрута является то, что практически на всем его протяжении возможна организация бункеровки судов природным газом с береговых или шельфовых месторождений.

Кроме того, рассматриваются возможности поставки сжиженного природного газа с балтийских проектов по Беломорско-Балтийскому каналу. Дополнительным центром производства может стать Петрозаводск с поставками СПГ в Мурманскую область, где сжиженный газ, поставляемый с малотоннажного производства Газпромбанка в Пскове, используется промышленными потребителями.

На территории Дальневосточного региона России уже давно работает первый завод по производству СПГ – проект «Сахалин-2» «Газпрома» мощностью 10,5 млн. тонн. Крупнейшим является «Ямал СПГ» – интегрированный проект по добыче, сжижению и поставкам природного газа. ОАО «Ямал СПГ» реализует проект строительства завода по производству сжиженного природного газа мощностью 16,5 млн. т СПГ в год на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения. 8 декабря 2017 года В.В. Путин дал старт отгрузке первой партии сжиженного природного газа «Ямал СПГ». Президент отметил, что «это важный шаг вперед и для российской экономики, и для зарубежных партнеров, который может вывести Россию в мировые лидеры по экспорту сжиженного газа», и призвал активнее использовать сжиженный природный газ и внутри страны: поставлять его в регионы, где нет магистрального газопровода, а также перевести на СПГ часть транспорта. В.В. Путин особо подчеркнул, что «сжиженный газ не должен мешать развитию обычного, трубопроводного. Эти производства – не конкуренты. Они должны дополнять друг друга и вместе способствовать более активному развитию всей российской экономики».

Внедрение СПГ – самое перспективное направление работ в сфере обеспечения транспортных средств моторным топливом, альтернативным нефтяному. СПГ имеет преимущество перед всеми видами жидких топлив, а также – перед КПГ. СПГ становится энергоносителем с наибольшей энергетической эффективностью, что позволяет улучшить технические показатели транспортных средств: уменьшить габариты системы хранения топлива, увеличить грузоподъемность и запас хода от одной заправки, сократить холостые пробеги, снизить содержание вредных компонентов выпускных газов, увеличить моторесурс двигателей автомобилей и снизить уровень шума. СПГ по показателям взрывопожароопасности является самым безопасным из используемых жидких моторных топлив и сжиженных углеводородных газов, легче воздуха, нетоксичен, не вызывает коррозии оборудования и не загрязняет окружающую среду.

Таким образом, применение СПГ в качестве моторного топлива является наиболее рациональным, ресурсообеспеченным и экологически приемлемым путем повышения эффективности и экологизации автомобильного транспорта России.

#### Список литературы

1. Голубенко Н.В. Об использовании природного газа в качестве моторного топлива в целях экологизации автотранспорта // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2015): сборник статей VII Международной научно-технической конференции / редкол.: Е.В. Агеев (отв. ред.) [и др.]; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2015. – С. 32–34.
2. Николайчук Л.А., Дьяконова В.Д. Современное состояние и перспективы развития рынка газомоторного топлива в России // НАУКОВЕДЕНИЕ: Интернет-журнал. – 2016. – Т. 8, №2. (<http://naukovedenie.ru/PDF/106EVN216.pdf>).
3. Инвестиции в строительство АГНКС и КриоАЗС / ООО «Легион Энерго». – URL: <http://legion-energo.ru/investitsii-v-stroitelstvo-agnks-i-krioazs/> (дата обращения: 10.12.2017).
4. Воронцова С.Д. Развитие новых автодорожных направлений международных транспортных коридоров в Российской Федерации // Транспорт Российской Федерации. – 2016. – №1(62). – С. 10–15.
5. Природный газ: инновации в транспортном комплексе // Аналитический центр «ЭКСПЕРТ». – URL: <http://www.acexpert.ru/archive/nomer-30-34-654/prirodniy-gaz-innovacii-v-transportnom-komplekse.html> (дата обращения: 10.12.2017).
6. Газомоторное топливо / ПАО «Газпром». – URL: <http://www.gazprom.ru/about/production/ngv-fuel/> (дата обращения: 10.12.2017).
7. Производство и использование малотоннажного СПГ в качестве моторного топлива / Союз «Торгово-промышленная палата Воронежской области». – URL: [http://tpvo.ru/netcat\\_files/File/Prezentatsiya%20Kapitonov.pdf](http://tpvo.ru/netcat_files/File/Prezentatsiya%20Kapitonov.pdf) (дата обращения: 10.12.2017).
8. «Расширение использования природного газа в качестве моторного топлива» (подготовлен Минтрансом России 18.04.2017) // ООО «НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС». – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56608756/#review> (дата обращения: 10.12.2017).
9. Кондратенко А.Д., Карпов А.Б., Козлов А.М., Мещерин И.В. Российские малотоннажные производства по сжижению природного газа // НефтеГазХимия. – 2016. – №4. – С. 31–36.

УДК 629.331

**ТЕХНОЛОГИИ ЗАРЯДКИ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ****Шакалов И.П., Конев А.А.***Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород,  
e-mail: ivanshakalov@gmail.com*

Проведено исследование способов зарядки электрических и гибридных автомобилей с помощью встроенных средств и внешних источников электрической энергии. По данным, полученным в ходе исследования, составлен перечень из пяти возможных способов возобновления энергии в батареях экомобилей, таких как: рекуперация, зарядка переменным током от бытовой розетки, зарядка переменным током повышенной мощности, зарядка постоянным током и замена разряженной батареи на полностью заряженную. Способы систематизированы в порядке возрастания скорости зарядки. В каждом из них описываются положительные и отрицательные стороны. Также была изучена ситуация с зарядными станциями в странах с активно развивающимся рынком электромобилей, и проанализирована ситуация с электрозаправками в России. Представлена всероссийская программа развития зарядной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** электрические автомобили, гибридные автомобили, экологичность, зарядка, развитие, экомобиль

**TECHNOLOGIES FOR CHARGING BATTERIES OF ELECTRIC MOTORS****Shakalov I.P., Konev A.A.***Belgorod State Technological University V.G. Shukhov, Belgorod, e-mail: ivanshakalov@gmail.com*

The methods of charging electric and hybrid cars with the help of built-in facilities and external sources of electrical energy have been investigated. According to the data obtained during the study, a list of five possible ways of renewing energy in batteries of eco-cars, such as: recuperation, AC charging from a household outlet, charging with alternating current of high power, charging with direct current and replacing a discharged battery with a fully charged one is compiled. The methods are systematized in ascending order of charging speed. Each of them describes the positive and negative sides. The situation with charging stations in countries with an actively developing electric vehicle market was also studied, and the situation with gas stations in Russia was analyzed. The all-Russian program of charging infrastructure development is presented.

**Keywords:** electric cars, hybrid cars, ecological compatibility, charging, development, eco-car

Автомобили на сегодняшний день являются одним из популярных и комфортных вариантов перемещения. Однако, несмотря на огромное количество преимуществ, они имеют целый ряд недостатков. Один из самых главных недостатков заключается в том, что автотранспорт наносит большой ущерб окружающей среде – до 63%. Также бензиновые автомобили являются довольно дорогим видом транспорта. Последнее время нефтепродукты стремительно дорожают. Эти факты привели к тому, что развитые страны стали разрабатывать и выпускать менее расточительные и более экологичные автомобили. Одними из таких автомобилей являются электрические и гибридные транспортные средства[1]. Они уже присутствуют в нашей жизни и набирают популярность. Преимущества такого вида транспорта: экологичность, простота и экономичность эксплуатации. Но также есть и недостатки, наиболее весомым из которых является зарядка экомобилей.

На сегодняшний день существуют несколько способов зарядить батарею электрических и гибридных автомобилей, стоит отметить, что некоторые модели гибридных

транспортных средств имеют возможность зарядки от внешнего источника, именно к таким видам гибридов подойдут ниже указанные способы зарядки.

Первый из них это рекуперация. Рекуперативное торможение – вид электрического торможения, при котором электроэнергия, вырабатываемая тяговыми электродвигателями, работающими в генераторном режиме, возвращается в электрическую сеть[2]. Таким способом невозможно зарядить батарею полностью, а только сократить скорость разряда во время движения. Тормозной путь автомобиля очень мал по сравнению с проезжаемым путём и составляет от нескольких метров до несколько десятков метров (водитель обычно относительно резко тормозит у самого светофора или места назначения, или вообще подъезжает к месту назначения накатом). За такое короткое время аккумуляторы не успевают значительно зарядиться рекуперативным током, даже в городском цикле при частых торможениях. Экономия энергии за счёт рекуперации составляет доли процента, но кроме этого она позволяет продлить срок службы тормозных колодок, поскольку их использование необходимо

только при резком торможении или полной остановки транспортного средства.

Второй способ – это зарядка переменным током от бытовой сети, когда в обычную розетку включается кабель без дополнительных защитных устройств. Он не гарантирует безопасности в случае перегрева кабеля и розетки или короткого замыкания, поэтому не используется в современных электромобилях. Время зарядки стандартного электрокара с батареей в 20–25 кВт·ч составляет 6–8 часов.

Третий способ – зарядка переменным током повышенной мощности с использованием отдельной розетки Mode 3, которая по сути является специальной зарядной станцией. Она имеет необходимую защиту, следит за процессом заряда, а подключение машины осуществляется через встроенный в нее кабель с соответствующим конкретному электромобилу разъемом. Розетка типа Mode 3 может быть установлена в любом месте – в доме, офисе или на улице. Конечно же, это должен делать профессиональный электрик. В зависимости от типа использованного кабеля (однофазного или трехфазного), зарядка может выдавать от 7,2 до 43 кВт. Соответственно, время «заправки» стандартного современного электрокара составит от 4 часов до нескольких минут.

Четвертый способ – зарядка постоянным током устройствами на основе Mode 4 самый быстрый на данный момент способ зарядки электромобиля. Популярный японский стандарт зарядной станции CHAdeMO выдает до 62,5 кВт энергии, что позволяет зарядить аккумулятор стандартного электрокара за 20–30 мин. Tesla Motors оснащает свои автомобили большими по емкости батареями (до 90 кВт·ч) и использует свой способ быстрой зарядки. Фирменные станции Tesla Supercharger выдают 135 кВт электроэнергии. Зарядное устройство для электромобиля на основе Mode 4 имеет свою особенность: по факту аккумулятор быстро наполняется лишь на 80%, остальные 20% емкости «заливаются» очень медленно. Это сделано для того, чтобы увеличить срок службы тяговой батареи.

Пятый способ зарядки самый быстрый, точнее не зарядки, а замены разряженной батареи на полностью заряженную. Такой способ активно развивает компания Tesla для своих электрокаров. Данным способом за 90 секунд электромобиль полностью проходит процедуру замены батареи и готов к дальнейшему движению. Такая скорость возобновления энергии намного быстрее,

чем заправить полный бак топливом на автомобиле с ДВС. Tesla Motors планирует в самом скором времени открыть рядом со станциями по зарядке батарей электромобилей специальные пункты, где за считанные минуты вам поменяют разряженные элементы питания на заряженные. Но пока что такая услуга не популярна и имеет высокую стоимость [3].

В мире с 2011 года – настоящий бум электромобилей. В США и в Европе покупатели записываются заранее в очередь на новые Tesla и Jaguar. В Норвегии доля продаж электромобилей достигла 23% от всего легковых машин. В Китае продажи электромобилей в 2015–2016 годах превысили объем продаж в США. Число счастливых владельцев, рассекающих на бесшумных авто и закатывающих глаза при рассказе о 3–4 секундах разгона до скорости 100 км/ч растет. Как и число непривычных «электрозаправок» на улицах городов по всему миру. Количество электромобилей растет с каждым днем, но количество зарядных станций пока еще недостаточно. Пример стран и регионов с активно развивающимся рынком электромобилей демонстрирует соотношение электромобилей и электрозаправок в пропорции 10 к 1 (США), 5 к 1 (Европа). Соотношение количества автомобилей на нефтяном топливе к АЗС в США составляет примерно 1000 к 1, а в Европе 2000 к 1. Россия также заинтересована в популяризации экомобилей. На сегодняшний день в России разработана и уже реализуется всероссийская программа развития зарядной инфраструктуры, предусматривающая установку и обслуживание сети зарядных станций для электро транспорта в 77 субъектах федерации. Уже более 130 электрозаправок «Россетей» расположены в Москве и городах Московской области, Санкт-Петербурге, Калининграде, Сочи, Екатеринбурге, Ярославле и на острове Валаам. Ожидается, что в этом году новые электрозаправки будут установлены в Самаре, Красноярске, Перми, Владивостоке и ряде других городов. Кроме того, в рамках пилотного проекта совместно с «Ростехом» (холдинг «Росэлектроника») будут оснащены зарядными станциями федеральные трассы «Дон» и «Кавказ», при этом первые 12 появятся уже до конца года. Общее количество зарядных станций «Россетей» к концу 2017 года может достигнуть 190 единиц [4]. Одним из решений, которое позволит осуществить зарядку вдоль автомобильных дорог, может стать совмещение традиционных объектов электрораспределительных

сетей с зарядной инфраструктурой для электротранспорта. «Россети» готовы к оснащению объектов электrorаспределительных сетей станциями для зарядки электромобилей переменного и постоянного тока.

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод, что будущее – за автомобилями на электрической тяге. Гибридные транспортные средства уже давно уступили пальму первенства электромобилям, и это неслучайно. Популярность электричества по сравнению с другими видами топлива неустанно растет, а автомобильная промышленность – не исключение. Производители развиваются в данной сфере, чтобы не потерять свое положение на рынке транспортных средств. Единственное, что пока еще сдерживает полное замещение – это малая емкость батареи, а соответственно малый

запас хода, и долгая подзарядка. Но, как мы видим, и государства и производители заинтересованы решением данных проблем, а это значит, что в ближайшем будущем автомобили на электрической тяге станут основным видом транспорта.

### Список литературы

1. Карамян О.Ю., Чебанов К.А., Соловьева Ж.А. Электромобиль и перспективы его развития // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12–4. – С. 693–696;
2. Система рекуперации энергии торможения. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecsmart.ru/virtual-library/list/view/article/62/>.
3. Tesla раскрыла подробности о системе экспресс-замены батарей. [Электронный ресурс]. – URL: <https://autoreview.ru/news/tesla-raskryla-podrobnosti-o-sisteme-ekspress-zameny-batarey>.
4. В России создают первую федеральную сеть электрозаправок. [Электронный ресурс]. -URL: <https://www.autostat.ru/articles/30878/>.



УДК 62-519

## АНАЛИЗ РЫНКА ШИННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ ДЛЯ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ

**Яременко Р.П., Дуганова Е.В.**

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород,  
e-mail: r.yaremenko@yandex.ru*

В данной статье будет рассмотрено навесное оборудование, устанавливаемое на фронтальные и вилочные погрузчики. Произведется анализ рынка этих навесок, в частности, шинных манипуляторов (колесосъемников) на базе погрузчиков, предназначенных для упрощения процесса замены колес карьерных машин. К машинам, нуждающимся в помощи при замене узлов и агрегатов (в нашем случае колес) относятся крупные карьерные машины. В нашем случае это крупногабаритные карьерные самосвалы БелАЗ. Трудности при ремонте данной техники возникают по причине огромных ее размеров и массы даже отдельно взятых деталей и узлов. Также немаловажным фактором являются сложные условия работы данных машин, приводящие к частым выходам из строя и поломкам наиболее подверженных воздействию внешней среды узлов, а именно колес самосвалов. С целью выявления более выгодных предложений на рынке, подходящих к выбранным условиям работы и имеющейся технике, а также с лучшим соотношением цены и качества, рассмотрены Российские и зарубежные марки оборудования. Указаны их основные характеристики, а также достоинства и недостатки каждого из видов.

**Ключевые слова:** колесосъемник, шинный манипулятор, погрузчик, навесное оборудование, карьерный самосвал

## MARKET ANALYSIS OF TYRE MANIPULATORS FOR THE MINING EQUIPMENT

**Yaremenko R.P., Duganova E.V.**

*BSTU named after Shukhov V.G., Belgorod, e-mail: r.yaremenko@yandex.ru*

In this article we will consider the attachments that are installed on the front and forklifts. Make analysis of the market for these batches, in particular, tire manipulators (kolenichenko) on the basis of a forklift, designed to simplify the process of changing wheels cars. For machines in need of assistance during the replacement of components and assemblies (in this case wheels) are large career machine. In our case, this oversized dump trucks BelAZ. Difficulties in the repair of the equipment occur due to its huge size and weight even single parts and assemblies. The other important factor is the complex conditions of work of these machines, leading to frequent outages and breakdowns are the most exposed to the external environment of the nodes, namely the wheels of the trucks. To identify more of the best deals in the market that are appropriate to the selected work environment and existing equipment, as well as with the best ratio of price and quality, reviewed Russian and foreign brands of equipment. Their main characteristics and advantages and disadvantages of each type.

**Keywords:** kalenichenko, tire manipulator, loader, attachments, dump truck

В настоящее время все более активно идет борьба с простоями транспортно-технологических машин на объектах их работы по техническим причинам. Для воплощения данных процедур необходимы мощные и эффективные инструменты и оборудование.

В таких глобальных сферах, как строительство, добыча полезных ископаемых и подобных им, часто возникают весьма специфические технологические задачи. Вполне логично, что при работе в столь тяжелых условиях техника испытывает сильные нагрузки, которые приводят к неизбежному выходу из строя узлов и агрегатов машин. Часто техника требует ремонта непосредственно в местах ее работы из-за затрудненной транспортировки подобных неисправных машин до места проведения ремонта. Для выполнения данных операций используют погрузчики, в частности, фронтальные и вилочные, с применением на них различного навесного оборудования [2].



Фронтальный погрузчик Dressta с установленным на него шинным манипулятором  
Объектом исследования данной работы являются шинные манипуляторы (колесосъемники) на базе погрузчиков для монтажа-демонтажа и транспортировки снятых колес карьерной техники, например самосвалов БелАЗ.



Фирм, производящих, оборудование для выполнения вышеуказанных процессов немного, что связано в основном со сложностью его изготовления, крупными габаритами и узкой направленностью действия данных приспособлений. Конструкция множества погрузчиков исключительно индивидуальна, что и требует создания оригинального оборудования для ее обслуживания и ремонта [3].

Использование колесосъемников позволит увеличить производительность труда при замене колес карьерной техники, исключить ручной труд при установке/снятии

колес, а так же значительно снизить травматизм персонала [1]. Выбор колесосъемника напрямую зависит от следующих факторов:

- Наличия погрузчика в автотранспортном цехе (или корпоративных правил приобретения погрузчиков определенной марки);
- Круга задач, поставленных перед колесосъемником (работа в цехе или в карьере);
- Диапазона крупногабаритных шин, с которыми придется работать колесосъемнику.

В зависимости от потребностей и основываясь на указанных факторах, можно рассмотреть несколько вариантов поставки колесосъемников [1].

Таблица 1

Основные сравнительные характеристики предлагаемых колесосъемников [4]

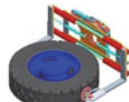
| Описание           |  |          |         |  |  |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Назнач.            | Установка на существующий вилочный погрузчик для использования в цехе             | Установка на вилочный или фронтальный погрузчик российского или иностранного производства | Готовый колесосъемник для использования внутри цеха                                      | Для работы с широким диапазоном колес в карьере                                    | Установка на российский погрузчик для работы внутри цеха                            |
| Коммент.           | Оптимальный вариант получения колесосъемника при имеющемся импортном погрузчике   | Оптимальный вариант шинного манипулятора для крупногабаритных и сверхкрупногабаритных шин | Достаточно дешевый вариант полноценного колесосъемника в комплекте (навеска + погрузчик) | Мощный колесосъемник для работы в карьере                                          | Дешевый вариант колесосъемника на базе вилочного погрузчика                         |
| Наимен.            | Навесное оборудование моделей T421                                                | Шинный манипулятор KG3800                                                                 | Колесосъемник на базе дизельного вилочного погрузчика                                    | Колесосъемник на базе фронтального погрузчика                                      | Навесное оборудование для снятия и установки колес                                  |
| Тип обор.          | быстросъемное                                                                     | быстросъемное                                                                             | быстросъемное                                                                            | несъемное                                                                          | несъемное                                                                           |
| Пр-тель            |                                                                                   |                                                                                           |                                                                                          |                                                                                    |                                                                                     |
| – навесн. об.      | Германия                                                                          | Россия                                                                                    | Германия                                                                                 | Россия                                                                             | Россия                                                                              |
| – шасси            | любой импортный вилочный погрузчик соответствующей г/п с кареткой по классу ISO   | любой российский или импортный вилочный/фронтальный погрузчик соответствующей г/п         | дизельный вилочный погрузчик DOOSAN, DAEWOO, Корея                                       | фронтальный погрузчик STALOWA WOLA, Польша                                         | погрузчики Амкадор (Россия)                                                         |
| Диап.обсл. техники | г/п от 30 до 130т.                                                                | г/п от 30 до 320т.                                                                        | г/п от 30 до 130т.                                                                       | г/п от 30 до 130т.                                                                 | г/п от 30 до 220т.                                                                  |
| Диап. обсл. шин    | 18.00–25...24.00–35<br>18.00–25...27.00–49<br>18.00–25...33.00–51                 | KG3800–35<br>18.00–25...24.00–35<br>KG3800–51<br>18.00–25...33.00–51                      | 18.00–25...24.00–35<br>18.00–25...27.00–49<br>18.00–25...33.00–51                        | 18.00–25...33.00–51                                                                | СКК-5 18.00–25...21.00–33<br>31–13 18.00–25...27.00–49<br>31–67 27.00–49...40.00–57 |

Таблица 2

Достоинства и недостатки навесного оборудования

| Название оборудования                                 | Достоинства                                                                                                                                                                                                                             | Недостатки                             |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Навесное оборудование моделей Т421                    | – возможность установки на любой имеющийся погрузчик<br>– возможность быстрого монтажа/демонтажа поворотных лап                                                                                                                         | – срок поставки 130–150 дней           |
| Шинный манипулятор KG3800                             | – возможность установки практически на любой имеющийся погрузчик<br>– высочайшее качество изготовления<br>– использование только высококачественных импортных комплектующих<br>– короткие сроки изготовления<br>– техническая поддержка |                                        |
| Колесосъемник на базе дизельного вилочного погрузчика | – достаточно низкая цена за комплект на российском рынке<br>– оптимальный подбор модели навески и г/п погрузчика<br>– мобильность<br>– возможность быстрого демонтажа поворотных лап                                                    | – не может работать в условиях карьера |
| Колесосъемник на базе фронтального погрузчика         | – возможность работать в условиях карьера<br>– широкий диапазон обслуживаемых колес                                                                                                                                                     | – очень дорогая система                |
| Навесное оборудование для снятия и установки колес    | – достаточно короткие сроки поставки<br>– дешевый погрузчик и навеска                                                                                                                                                                   | – несъемное навесное оборудование      |

Основными потребителями являются предприятия, автопарк которых составляет карьерная техника, в частности, карьерные самосвалы БелАЗ. На территории Белгородской области наиболее крупными таковыми являются «Стойленский» и «Лебединский» ГОКи (крупнейшие в России).

Для выбранных предприятий с учетом обслуживания среднегабаритных карьерных самосвалов БелАЗ наиболее приемлемым будет выбор шинных манипуляторов (колесосъемников) Российских производителей, а именно марки KG3800 (быстросъемный) или колесосъемник на базе фронтального погрузчика, например Dressta 534C, так как работы по демонтажу-монтажу колес самосвалов часто приходится производить непосредственно в местах работы машин, в карьерах, там где невозможно применение манипуляторов на базе вилочных погрузчиков. Демонтированное на карьере колесо отправляется дальше к месту его ремонта [5].

Хотя и выбор данного оборудования не особо богат разнообразием, учитывая характеристики, а также достоинства и недостатки каждого из видов оборудования, можно подобрать более оптимальный вариант для нужных условий эксплуатации и параметров обслуживаемой техники.

**Список литературы**

1. Прохорова, Е.В. Быстросъемность основных узлов и агрегатов и ремонтпригодность транспортных средств // Вестник ХНАДУ. – Харьков, 2012. – № 57. – С. 97–104.
2. Прохорова, Е.В. Быстросъемное оборудование многофункциональных машин, его классификация и имитационное моделирование элементов // Интерстроймех-2012: материалы Международной научно-технической конференции. – Ижевск: ИжГТУ, 2012. – С. 290–294.
3. Колесосъемники (навесное оборудование) // ExpaTech. – URL: <http://www.expt.ru/f4.htm> (дата обращения: 25.11.17).
4. Колесосъемники для колес карьерной техники // КТ Сервис URL: [http://probelaz.ru/ru/catalog/tires\\_off/18\\_33/](http://probelaz.ru/ru/catalog/tires_off/18_33/) (дата обращения: 25.11.17).
5. Шинные манипуляторы серии «KG» // СпецТехКомплект. – URL: [http://www.stk24.ru/oborudovanie/oborudovanie\\_dlja\\_obsługivanija\\_karernih\\_samosvalov\\_i\\_pogruzchikov/oborudovanie\\_dlja\\_snjatija\\_i\\_ustanovki\\_koles/242](http://www.stk24.ru/oborudovanie/oborudovanie_dlja_obsługivanija_karernih_samosvalov_i_pogruzchikov/oborudovanie_dlja_snjatija_i_ustanovki_koles/242) (дата обращения: 25.11.17).

*Секция «Электроэнергетика и автоматизация промышленного производства»,  
научный руководитель – Семёнов А.С., канд. физ.-мат. наук*

УДК 621.31

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**Егоров А.Н., Семёнов А.С., Харитонов Я.С.**

*Политехнический институт, филиал Северо-Восточного федерального университета  
им. М.К. Аммосова, Мирный, e-mail: kafeiagp@rambler.ru*

Научная работа посвящена исследованиям в области повышения эффективности применения различных систем регулируемого электропривода на промышленных предприятиях. Среди этих систем наиболее широкое распространение получил частотно-регулируемый электропривод. Предлагаемые в работе исследования направлены на формирование требований к процессу преобразования частоты, тока и напряжения электрической энергии с учетом технологических и эксплуатационных особенностей горно-технологического оборудования, а также электромагнитной совместимости, что является комплексным и новым подходом к развитию силовой преобразовательной техники, применяемой в горной промышленности. Исследования позволяют классифицировать горно-технологические установки с точки зрения применения оптимальной системы электропривода; классифицировать высоковольтные преобразователи частоты по их влиянию на показатели качества электрической энергии; разработать рекомендации по оптимальному выбору высоковольтных преобразователей частоты.

**Ключевые слова:** промышленное производство, технологический комплекс, частотно-регулируемый электропривод, преобразователь частоты, выпрямитель, инвертор, качество электроэнергии, энергоэффективность, ресурсосбережение

**DEVELOPMENT OF ACTIVITIES FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF THE USE OF HIGH-VOLTAGE FREQUENCY-REGULATED ELECTRIC DRIVE ON INDUSTRIAL ENTERPRISES**

**Egorov A.N., Semenov A.S., Kharitonov Y.S.**

*Polytechnic institute, branch of North-Eastern Federal University n.a. M.K. Ammosov, Mirny,  
e-mail: kafeiagp@rambler.ru*

The scientific work is devoted to research in the field of increasing the efficiency of the application of various systems of a regulated electric drive in industrial enterprises. Among these systems, the most widely used frequency-controlled electric drive. The researches proposed in the work are aimed at forming the requirements for the process of frequency conversion, current and voltage of electrical energy, taking into account technological and operational features of mining equipment, as well as electromagnetic compatibility, which is an integrated and new approach to the development of power conversion technology used in the mining industry. Research will allow to classify mining technological installations from the point of view of application of the optimum system of the electric drive; classify high-voltage frequency converters in terms of their effect on the quality of electrical energy; to develop recommendations for the optimal selection of high-voltage frequency converters.

**Keywords:** industrial production, technological complex, frequency-controlled electric drive, frequency converter, rectifier, inverter, power quality, energy efficiency, resource saving

Стремление обеспечить высокую энергоэффективность промышленных установок и технологических комплексов, а также необходимость обеспечения требуемых параметров технологических процессов явились катализатором развития и широкого применения систем регулируемого электропривода, среди которых наиболее широкое распространение получил частотно-регулируемый электропривод. Основой частотно-регулируемого электропривода являются полупроводниковые преобразователи частоты, бурное развитие которых на-

чалось в 80-е годы и связано с осознанием необходимости упрощения и повышения эффективности процесса регулируемого преобразования электрической энергии в механическую за счет построения системы электропривода на основе асинхронного двигателя. Асинхронные двигатели отличаются высокой надежностью, относительно невысокой стоимостью, хорошими эксплуатационными качествами, но устройства, обеспечивающие регулирование скорости вращения асинхронного двигателя до начала 80-х годов стоили дорого и не обладали

необходимыми для широкого внедрения в индустрию показателями.

Значительное увеличение инвестиций промышленную электронику привело к разработке принципиально новых, мощных полупроводниковых элементов, таких как IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor – биполярный транзистор с изолированным затвором), GST (Gate Commutated Thyristor – запираемый тиристор), что в свою очередь стало основой развития промышленных преобразователей частоты и обусловило быстрый рост рынка преобразователей частоты.

Если первые преобразователи частоты рассматривались как чисто электротехнические устройства с определенным, стандартным набором функций по защите и управлению, то современные преобразователи частоты это высокотехнологичные устройства, функциональные возможности которой определяются программно-конфигурируемой системой управления и защиты. При этом сегодня на рынке представлено множество преобразователей частоты отечественного и зарубежного производства, которые отличаются функциональными возможностями. Эти отличия наряду с типом исполнения и качеством элементной базы обуславливают разницу стоимости между преобразователями, представленными на рынке. Поэтому при внедрении частотно-регулируемого электропривода уже на этапе выбора преобразователя частоты все усилия по повышению энергоэффективности или эффективности технологического процесса могут быть перечеркнуты из-за чрезмерных капитальных вложений или функционального несоответствия.

При выборе и внедрении системы электропривода следует учитывать ряд факторов, которые влияют на технико-экономические показатели обоснованности использования той или иной системы электропривода.

Так, например, на этапе пуско-наладочных работ параметры системы управления преобразователя частоты должны настраиваться таким образом, чтобы с одной стороны максимально обеспечить с заданными параметрами все режимы работы приводимой технологической установки, а с другой – надежную защиту узлов и элементов системы электропривода для предотвращения дорогостоящего и длительного ремонта. При этом на практике некоторые режимы работы технологических установок могут провоцировать выход из строя компонентов системы электропривода.

Также следует учитывать эксплуатационные особенности, так как большинство аварийных остановов и выходов из строя (до 30 %) силовой преобразовательной техники происходит из-за несоответствия условий эксплуатации рекомендуемым разработчиком. К сожалению, на многих промышленных объектах горнодобывающей отрасли существует проблема обеспечения соответствующих условий эксплуатации. Так, например, в помещениях, где установлена преобразовательная техника, может попадать пыль и влага, содержащая токопроводящие химические элементы или в помещениях может не соблюдаться температурный режим, последнее приводит к постоянным остановам из-за срабатывания защиты от перегрева, а постоянный перегрев полупроводниковых элементов ускоряет процесс теплового пробоя полупроводников.

Отдельно стоит отметить проблемы превентивной диагностики и ремонта, так как на сегодняшний день при эксплуатации силовой преобразовательной техники на горных предприятиях сложилась практика обслуживания по текущему состоянию. Планово-предупредительные ремонты сводятся в основном к удалению грязи с узлов и элементов преобразователей. Превентивная диагностика и ремонт проводится только в отношении вспомогательных узлов и элементов, таких как вентиляторы охлаждения, фильтрующие элементы и др. Между тем, обслуживание по текущему состоянию допустимо для оборудования, работа которого не влияет на системы жизнеобеспечения персонала или простой которого не приводит к значительному недовыпуску продукции.

Значительный вклад в исследование вышеприведенных проблем внесен такими ответственными научными деятелями как Байков А.И., Грудинин В.С., Сбоев В.М., Лалетин В.И., Костюк В.А., Шагаров Д.А., Огудова Л.Н., Губанова Н.Б., Ушков А.С., Колганов А.Р., Храмшин В.Р., Шурыгин Ю.А., Аржанов В.В., Дмитриев В.М., Зайченко Т.Н. и др. В их работах [1–7] освещены принципиальные вопросы выбора, внедрения и эксплуатации частотных преобразователей. Однако на сегодняшний день существует необходимость более детального изучения особенностей применения преобразователей частоты в конкретных условиях.

Цель и задачи научной работы. Цель работы – повышение эффективности применения частотно-регулируемого электро-



привода на промышленных объектах АК «АЛРОСА» (ПАО) за счет разработки и внедрения рекомендаций и методик по выбору, превентивной диагностике и ремонту преобразователей частоты в условиях горнодобывающих предприятий.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

1. Анализ научно-технической литературы, нормативно-технической, проектной и технической документации по применяемым на промышленном предприятии высоковольтным преобразователям частоты.

2. Анализ особенностей промышленных установок, а также эксплуатационной специфики применения преобразователей частоты в условиях того или иного промышленного объекта.

3. Разработка методической рекомендаций по выбору преобразователей частоты для технологических установок промышленных объектов.

4. Разработка методических рекомендаций по сбору, обработке и анализу статистических данных для превентивной диагностики преобразователей частоты технологических установок промышленных объектов предприятия.

5. Сбор, обработка, анализ и обобщение экспериментальных данных по преобразователям частоты технологических установок промышленных объектов.

6. Разработка методических рекомендаций по превентивной диагностике высоковольтных преобразователей технологических установок промышленных объектов того или иного промышленного предприятия.

**Результаты исследования.** При реализации работы будут использованы теоретические исследования фундаментальных основ и принципов процесса преобразования частоты, напряжения и тока электрической энергии переменного тока. Будут проводиться экспериментальные исследования с помощью современной приборной базы (тепловизоры, микроомметры, осциллографы и соответствующие программно-технические комплексы преобразователей частоты) режимов работы горно-технологического оборудования с частотно-регулируемым электроприводом на объектах горнодобывающих предприятий [8–12]. Инновационную составляющую обеспечит математическое моделирование режимов работы горно-технологического оборудования с частотно-регулируемым электроприводом в пакете программ MatLab, хорошо зарекомендовавшем себя в научных, инженерных и проектных

расчетах [13–19]. Подтверждение достоверности данных обеспечит инструментальный контроль показателей качества электроэнергии современными анализаторами типа Circutor AR6, Qualistar и Ресурс UF2М с целью определения фактического влияния работы высоковольтных преобразователей частоты на качество электроэнергии [20–30].

Основным результатом научной работы станет, как отмечалось ранее, разработка методических рекомендаций по превентивной диагностике высоковольтной частотно-регулируемой преобразовательной техники установок промышленных предприятий. Для реализации этих мероприятий был разработан план работ и обоснован состав научно-технического коллектива исполнителей работ. План работ содержит наименование и ориентировочные сроки проведения работ и рассчитан на 3 года.

Состав научного коллектива исполнителей должен охватывать много отраслей знаний и иметь различные возрастные категории. Компетенции, которыми должны обладать члены коллектива, должны позволить реализовать проект в указанные сроки.

Также для полноценной и своевременной реализации проекта необходимо обеспечить наличие современной материально-технической базы. Поможет в этом наличие специализированных учебно-научных лабораторий по промышленной автоматизации и частотному электроприводу и электромагнитной совместимости и качеству электрической энергии, а также их современное техническое оснащение анализаторами качества электрической энергии, измерителями показателей качества электрической энергии, тепловизором, цифровыми осциллографами, пирометрами, контактными термометрами и пр.

**Выводы и заключения.** В заключении стоит отметить, что реализация такого проекта позволит поэтапно повысить эффективность применения высоковольтных преобразователей на объектах промышленных предприятий. Так, первый этап проекта, нацеленный на разработку методических рекомендаций, которые позволяют сократить случаи необоснованного и некорректного выбора дорогостоящего оборудования – высоковольтных преобразователей частоты, позволит сэкономить предприятию десятки миллионов рублей уже в первый год реализации проекта.

#### Список литературы

1. Байков А.И. Особенности математического моделирования автоматизированного электропривода при анализе



качества преобразования электрической энергии // Промышленная энергетика. – 2014. – № 3. – С. 2–7.

2. Грудинин В.С., Сбоев В.М., Лалетин В.И. Моделирование микропроцессорного управления частотным преобразователем асинхронного двигателя // Advanced Science. – 2017. – № 1. – С. 23.

3. Костюк В.А., Шагаров Д.А., Огудова Л.Н., Губанова Н.Б. Моделирование электромагнитных процессов в системе трехфазный автономный инвертор напряжения – асинхронный двигатель // Навигатор в мире науки и образования. – 2012. – № 4–7 (20–23). – С. 98.

4. Сагдатуллин А.М. Аналитическое исследование систем автоматизированного электропривода насосной станции // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – № 2 (30). – С. 89–99.

5. Ушков А.С., Колганов А.Р. Анализ энергоэффективности асинхронного электропривода с корректором коэффициента мощности // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2013. – № 6. – С. 74–79.

6. Храмшин В.Р. Разработка и внедрение автоматизированных электроприводов и систем регулирования технологических параметров широкополосного стана горячей прокатки // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2012. – № 6. – С. 100–104.

7. Шурыгин Ю.А., Аржанов В.В., Дмитриев В.М., Зайченко Т.Н. Развитие метода компонентных цепей и разработка инструментальных средств автоматизированного моделирования элементов и систем электропривода / Труды IV Международной (XV Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу «Автоматизированный электропривод в XXI веке: пути развития». – 2004. – С. 126–128.

8. Егоров А.Н., Семенов А.С., Федоров О.В. Практический опыт применения преобразователей частоты Power Flex 7000 в горнодобывающей промышленности // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 4 (119). – С. 86–93.

9. Матул Г.А., Семёнов А.С. К вопросу о комплексной автоматизации открытых горных работ в алмазодобывающей промышленности // Естественные и технические науки. – 2016. – № 12 (102). – С. 265–268.

10. Рушкин Е.И., Семёнов А.С., Саввинов П.В. Анализ применения протокола MODBUS для управления электроприводом на горных предприятиях // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–12. – С. 2615–2619.

11. Семёнов А.С. Определение нелинейных нагрузок в системе электроснабжения подземного рудника // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9–3. – С. 445–451.

12. Семёнов А.С., Шипулин В.С. Использование газоаналитических систем нового поколения для защиты рудника // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6–3. – С. 480–484.

13. Рушкин Е.И., Семёнов А.С. Анализ энергоэффективности системы электропривода центробежного насоса при помощи моделирования в программе MATLAB // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–2. – С. 341–342.

14. Семёнов А.С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя при прямом пуске и с преобразователем частоты в пакете программ MATLAB // Естественные и технические науки. – 2013. – № 4 (66). – С. 296–298.

15. Семенов А.С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя в пакете программ MatLab // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2014. – Том 11, №1. – С. 51–59.

16. Семёнов А.С., Кугушева Н.Н., Хубиева В.М. Моделирование режимов работы частотно-регулируемого

электропривода вентиляторной установки главного проветривания применительно к подземному руднику по добыче алмазосодержащих пород // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–5. – С. 1066–1070.

17. Семёнов А.С., Хубиева В.М., Петрова М.Н. Математическое моделирование режимов работы двигателя постоянного тока в среде MATLAB // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10–3. – С. 523–528.

18. Семенов А.С., Якушев И.А., Егоров А.Н. Математическое моделирование технических систем в среде MATLAB // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 8. – С. 56–64.

19. Шипулин В.С., Семёнов А.С. Моделирование режимов работы системы электроснабжения добычного участка подземного рудника // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–2. – С. 344–347.

20. Карташев И.И. Мониторинг показателей качества электрической энергии в системах электроснабжения горных предприятий: монография / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Н.М. Кузнецов, А.С. Семёнов. – М.: Изд-во Перо, 2013. – 142 с.

21. Кузнецов Н.М. Качество электрической энергии горных предприятий: монография / Н.М. Кузнецов, Ю.В. Бебихов, А.В. Самсонов, А.Н. Егоров, А.С. Семенов. – М.: Издательский дом «Академии Естествознания», 2012. – 68 с.

22. Кузнецов Н.М., Семенов А.С., Бебихов Ю.В., Рыбников А.В. Результаты мониторинга показателей качества электрической энергии потребителей подземного рудника // Горный журнал. – 2014. – №1. – С. 23–26.

23. Семёнов А.С., Бондарев В.А. Анализ показателей качества электрической энергии при работе асинхронного двигателя от преобразователя частоты // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4–1. – С. 112–117.

24. Семенов А.С., Бондарев В.А., Заголило С.А. Контроль качества электроэнергии и анализ полученных результатов при измерении напряжения // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 9. – С. 86–92.

25. Семенов А.С., Кузнецов Н.М. Анализ результатов мониторинга показателей качества электрической энергии в подземном руднике // Измерительная техника. – 2014. – №4. – С. 31–34.

26. Семёнов А.С., Матул Г.А., Хазиев Р.Р., Шевчук В.А., Черенков Н.С. Анализ показателей качества электрической энергии при работе асинхронного двигателя от трёхфазного источника питания // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–6. – С. 1210–1215.

27. Семенов А.С., Самсонов А.В., Бебихов Ю.В., Матул Г.А. Измерение и анализ показателей качества электрической энергии потребителей промышленных предприятий // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6 (84). – С. 480–485.

28. Семёнов А.С., Самсонов А.В., Матул Г.А., Черенков Н.С., Заголило С.А., Мартынова А.Б. Исследование качества электроэнергии при проведении энергоаудита учебного корпуса // Естественные и технические науки. – 2015. – № 10 (88). – С. 331–334.

29. Федоров О.В., Семенов А.С., Егоров А.Н., Хубиева В.М. Техно-экономическое обоснование внедрения системы непрерывного мониторинга показателей качества электроэнергии на объектах горных предприятий // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – № 9–10. – С. 91–97.

30. Semenov A.S., Kuznetsov N.M. An analysis of the results of monitoring the quality of electric power in an underground mine // Measurement Techniques. – 2014. – V. 57, Issue 4. – P. 417–420.

УДК 621.31

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАШИН И УСТАНОВОК ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Мелентьева И.А., Немчинов Р.А., Егоров А.Н.

*Политехнический институт, филиал Северо-Восточного федерального университета  
им. М.К. Аммосова, Мирный, e-mail: kafeiagp@rambler.ru*

Приведен сравнительный анализ современных систем автоматизированного электропривода, использующихся для машин и установок горного производства. Описаны области применения систем электропривода, перечислены машины и установки горного производства, нуждающиеся в регулировании их режимов работы. Сформулированы основные требования, которым должны отвечать электроприводы как переменного, так и постоянного тока, выполненные на базе современной силовой преобразовательной техники. К рассмотрению были приняты системы: асинхронный вентильный каскад, электропривод с непосредственным преобразователем частоты, электропривод с преобразователем частоты и автономным инвертором напряжения, электропривод с преобразователем частоты и автономным инвертором тока, электропривод на базе вентильного двигателя. Представлены преимущества и недостатки описанных систем, приведены принципиальные электрические схемы систем электроприводов. Сделано заключение о выборе оптимальных систем для электропривода машин и установок горного производства.

**Ключевые слова:** система электропривода, автоматизированный электропривод, горное производство, принципиальная схема, выпрямитель, инвертор, электродвигатель

## ANALYSIS OF CONTEMPORARY SYSTEMS OF AUTOMATED ELECTRIC DRIVE OF MACHINES AND INSTALLATIONS OF MINING INDUSTRY

Melenteva I.A., Nemchinov R.A., Egorov A.N.

*Polytechnic institute, branch of North-Eastern Federal University n.a. M.K. Ammosov, Mirny,  
e-mail: kafeiagp@rambler.ru*

A comparative analysis of modern systems of automated electric drive used for machines and installations of mining industry is given. The areas of application of electric drive systems are described, the machines and installations of mining industry that need to regulate their operating modes are listed. The main requirements are formulated, which must be met by electric drives of both AC and DC, made on the basis of modern power conversion technology. The following systems were accepted for consideration: an asynchronous valve cascade, an electric drive with a direct frequency converter, an electric drive with a frequency converter and an autonomous voltage inverter, an electric drive with a frequency converter and an independent current inverter, an electric drive based on a valve motor. The advantages and disadvantages of the described systems are presented, the basic electrical diagrams of electric drive systems are given. The conclusion is made about the choice of optimal systems for the electric drive of machines and installations of mining industry.

**Keywords:** electric drive system, automated electric drive, mining industry, circuit diagram, rectifier, inverter, electric motor

Современный автоматизированный электропривод представляет собой сложную электромеханическую систему, предназначенную для приведения в движение рабочего органа машины и управления её технологическим процессом. Он состоит из трёх частей: электрического двигателя, осуществляющего электромеханическое преобразование энергии, механической части, передающей механическую энергию рабочему органу машины, и системы управления, обеспечивающей оптимальное по тем или иным критериям управление технологическим процессом [1]. Диапазон изменения номинальных частот вращения электропривода имеет весьма широкие пределы. Использование средств дискретной техники в системах управления приводами постоянно тока расширяет диапазон регу-

лирования скорости до 1000–1500:1 и выше [2].

Области применения. В технологии горного производства используется ряд горных машин, главные рабочие механизмы которых оснащены регулируемым электроприводом. Они выполняют основные функции – разрушение и перемещение горной породы, транспортировка горной массы, перемещение жидкой и воздушной среды. К ним относятся добычные [3] и буровые машины, конвейерные [4] и подъемные установки [5–6], насосные и вентиляторные установки [7–8]. Оснащение комбайнов и стругов регулируемым электроприводом обусловлено определенными трудностями в связи с тем, что электрооборудование при этом должно быть выполнено в большинстве случаев во взрывобезопасном исполнении [9].

В каждом конкретном случае требуется технико-экономическое обоснование по использованию регулируемого электропривода, так как средства регулирования, в том числе и преобразовательная техника, имеют высокие стоимостные показатели [10–11]. Требования к характеристикам надежности, безопасности, экономичности, к статическим и динамическим характеристикам электроприводов машин и установок горного производства зависят от специфики технологического процесса, особенностей конструкции, способа управления машинами и механизмами, условий электроснабжения и эксплуатации. Этим требованиям должны отвечать электроприводы как переменного, так и постоянного тока, выполненные на базе современной силовой преобразовательной техники [12–13]. Их можно сформулировать следующими основными пунктами:

- электрическое оборудование машин и установок горного производства должно быть надежным, безопасным и экономичным в эксплуатации [14–16];
- электропривод должен обладать высокими перегрузочными способностями и возможностью большого диапазона регулирования скорости;
- электропривод должен обеспечивать минимальное время переходных процессов для механизмов с интенсивным повторно-кратковременным режимом работы при со-

ответствующих ограничениях на момент, ускорение и рывок;

- электропривод должен иметь высокую жесткость механической характеристики;
- электропривод должен сохранять работоспособность при глубоких просадках напряжения, характерных для карьерных и шахтных электрических сетей [17].

Описание систем электропривода. Для электропривода переменного тока одной из наиболее экономичных и относительно простых систем является схема асинхронного вентильного каскада (АВК). Принципиальная электрическая схема электропривода с АВК приведена на рис. 1.

Электропривод при такой системе содержит в роторной цепи асинхронного двигателя с фазным ротором неуправляемый выпрямитель на диодах, собранный по мостовой трехфазной схеме. В выпрямленную роторную цепь постоянного тока включается ведомый сетью инвертор на тиристорах, собранный по мостовой трехфазной схеме. Ведомый сетью инвертор позволяет генерировать энергию скольжения в сеть, из-за чего электропривод по схеме АВК является высокоэкономичным. Для согласования ЭДС инвертора с напряжением питающей сети используется согласующий трансформатор. Суммарный КПД трансформатора и инвертора составляет 0,95–0,96, постоянная времени инвертора около 0,01 секунды.

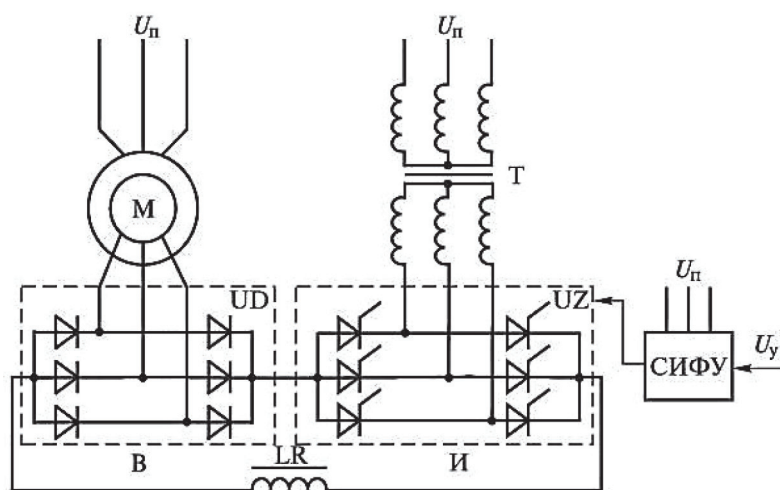


Рис. 1. Принципиальная схема электропривода с асинхронным вентильным каскадом

Наряду с электроприводом по схеме АВК для машин и установок малой и средней производительности получил применение асинхронный [18], а для машин большой производительности – синхронный частотно-регулируемый электропривод. Развитие полупроводниковой техники и микроэлектроники позволило электротехнической промышленности создать преобразователи частоты для асинхронных и синхронных электроприводов (система ПЧ-Д) с качеством регулирования, не уступающим электроприводам постоянного тока [19].

Различают два вида преобразователей частоты со звеном постоянного тока: с автономным инвертором напряжения (ПЧ-Д с АИН) и автономным инвертором тока (ПЧ-Д с АИТ) [20]. Преобразователи частоты с автономным инвертором напряжения (рис. 2) содержат неуправляемый выпрямитель и инвертор.

Транзисторный вариант позволяет формировать синусоидальное напряжение переменной частоты на обмотках статора асинхронного двигателя за счет широтно-импульсной модуляции. Основные достоинства ПЧ-Д с АИН: практически синусоидальный ток нагрузки; широкий диапазон выходных частот от 0 до 1000 Гц; возможность подключения к одному преобразователю частоты несколько электродвигателей. Недостаток – невозможность получения генераторного режима с отдачей энергии в сеть из-за наличия неуправляемого выпрямителя, который имеет одностороннюю проводимость.

Преобразователи частоты с автономным инвертором тока (рис. 3) содержат управляемый выпрямитель и инвертор, выполненный на запираемых тиристорах типа ГТО, за счет чего добиваются высокого коэффициента мощности [21]. Основными достоинствами ПЧ-Д с АИТ являются: возможность рекуперации энергии в сеть; близкое к синусоидальному выходное напряжение; безаварийность режима КЗ по выходу. К недостаткам следует отнести: ограниченность верхнего диапазона регулирования выходной частоты (обычно  $f_{\max \text{ вых}} = 70$  Гц); коммутационные перенапряжения на тиристорах АИТ, которые возрастают с увеличением частоты. Суммарный КПД выпрямителя и автономного инвертора составляет 0,96–0,97, постоянная времени около 0,005 секунд.

Меньшее распространение в электроприводах машин и установок горного производства получила система с непосредственным преобразователем частоты (НПЧ). Трехфазная система электропривода с НПЧ содержит три реверсивных тиристорных преобразователя постоянного тока, управление которыми осуществляется модулирующим напряжением. Частота и амплитуда этого напряжения определяют частоту и напряжение на выходе НПЧ. С помощью реверсивного тиристорного преобразователя формируются положительный и отрицательный полупериоды выходного напряжения. На рис. 4 показана схема простейшего НПЧ, в котором тиристорные преобразователи постоянного напряжения в каждой фазе (+A, –A; +B, –B; +C, –C) выполнены по трехфазной нулевой схеме.

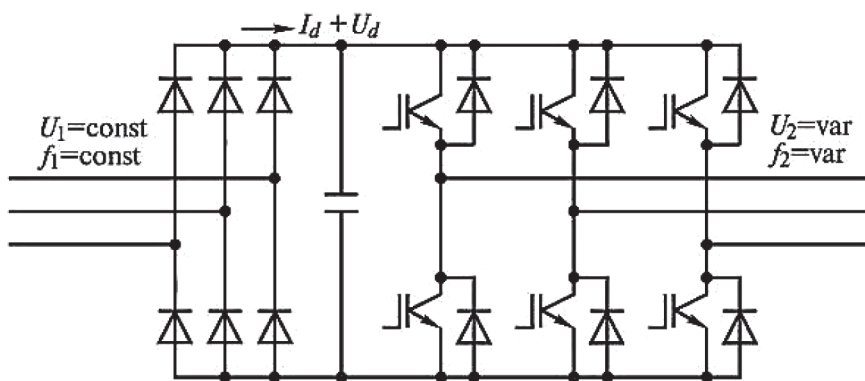


Рис. 2. Принципиальная схема преобразователя частоты с автономным инвертором напряжения

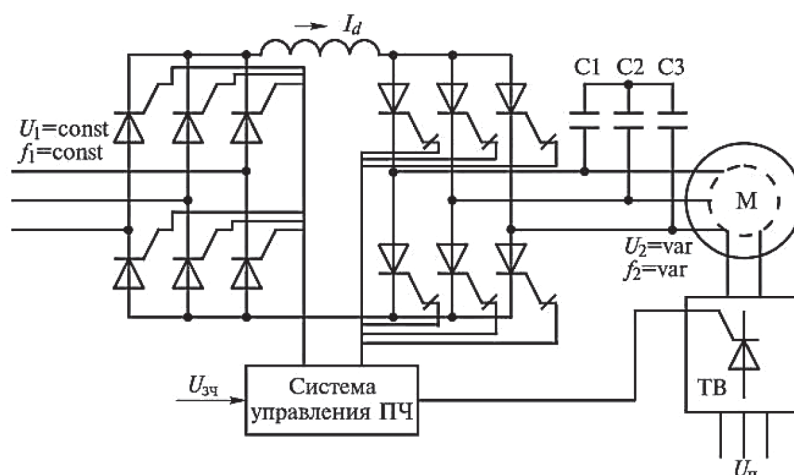


Рис. 3. Принципиальная схема электропривода на базе синхронного двигателя с автономным инвертором тока

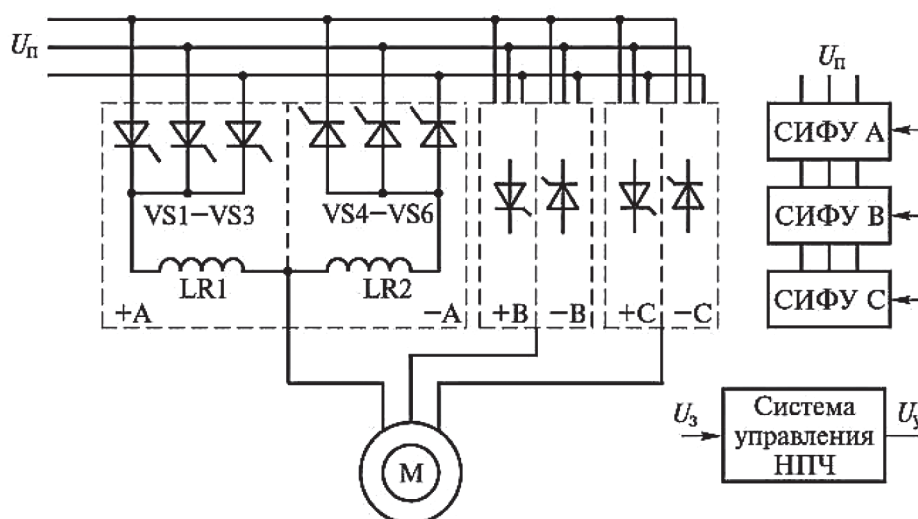


Рис. 4. Принципиальная схема электропривода с непосредственным преобразователем частоты

Основные достоинства НПЧ: естественная коммутация тока сетевым переменным напряжением, благодаря чему используются простые однооперационные тиристоры; полная реверсивность схемы; минимальное количество вентилях, одновременно включенных между сетью и двигателем. Основным недостаток НПЧ: ухудшение формы выходного напряжения при увеличении частоты. Максимальную выходную частоту ограничивают обычно частотой 12,5 Гц. Переход

от нулевой трехфазной схемы к мостовой шести- или двенадцатипульсной расширяет рабочий диапазон выходных частот до 25 Гц. Так как НПЧ по схемному решению соответствует системе УВ-Д, то энергетические показатели и постоянная времени такие же, как у тиристорного преобразователя.

Наряду с традиционным частотным управлением, когда электродвигатель получает питание от инвертора с независимым заданием частоты, для машин и установок



горного производства начали применять, пока в единичном случае, систему управления электроприводом, зависящую от угла поворота ротора, когда частота выходного напряжения или тока автономного инвертора задается с помощью датчика угла положения ротора. В качестве приводного двигателя при этом применяется синхронный электродвигатель. По принципу действия такая система аналогична электродвигателю постоянного тока, у которого функции механического коллектора и щеточного аппарата выполняют электронный коммутатор в виде автономного инвертора и датчик положения ротора в пространстве. Синхронный двигатель с автономным инвертором представляет собой обращенный двигатель постоянного тока, в котором неподвижный статор является якорем, а вращающийся ротор – источником магнитного поля. Двигатель по данной схеме включения называется вентильным двигателем (ВД).

Существующие системы электропривода на базе вентильных двигателей подразделяют на мощные и маломощные. Мощные системы электропривода на базе вентильных двигателей являются высоковольтными, поэтому они присущи рудничным подъемным установкам, мельницам, мощным турбомашинам и по схемным решениям отличаются от маломощных систем. Электроприводы на базе вентильных двигателей обычно используют с применением автономных инверторов тока.

Электропривод на базе вентильного двигателя является достаточно сложным, крупногабаритным и не самым дешевым при малых мощностях. Использование этого вида привода в высоковольтных (6–10 кВ) установках сравнительно большой мощности (800–3500 кВт) позволяет снизить удельную стоимость. По сравнению с коллекторными двигателями постоянного тока регулируемый электропривод по схеме ВД обладает лучшими динамическими и статическими свойствами. При этом могут быть использованы простые структуры управления электропривода постоянного тока, обеспечивающие высокие регулировочные свойства и динамические показатели [22].

Закключение. Рассмотренные в работе системы электроприводов широко применяются в горной промышленности. Одни системы являются наиболее простыми и экономичными, другие более сложными, но наиболее действенными. По мнению авторов, из рассмотренных систем, наиболее оптимальной для использования, является

система электропривода с преобразователем частоты с автономным инвертором тока. Одним из основных достоинств данной системы является её универсальность, поскольку возможно её применение как с асинхронными электродвигателями с фазным, так и с короткозамкнутым ротором. Так же следует отметить, что при применении системы ПЧ с АИТ достигается очень высокое значение коэффициента активной мощности, что является не маловажным показателем в современной энергетике. Конечно, нельзя упускать перспективность более широкого распространения вентильных двигателей, но это станет возможно с уменьшением стоимости при использовании их на малых мощностях.

#### Список литературы

1. Ляхомский А.В. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Часть 1. Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия: учебное пособие / А.В. Ляхомский, В.Н. Фащенко. – М.: Изд-во «Горная книга», 2014. – 477 с.
2. Егоров А.Н., Семенов А.С., Федоров О.В. Практический опыт применения преобразователей частоты Power Flex 7000 в горнодобывающей промышленности // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. – 2017. – № 4 (119). – С. 86–93.
3. Семёнов А.С., Хазиев Р.Р. Выбор электродвигателя проходческого комбайна путём математического моделирования // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 5–5. – С. 694–698.
4. Черенков Н.С., Семёнов А.С. Модернизация и оптимизация автоматизированных конвейеров в горной промышленности // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 3–4. – С. 417–419.
5. Петрова А.А., Семёнов А.С. Модернизация электропривода шахтной подъемной установки // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4–2. – С. 158–161.
6. Решетняк С.Н. Особенности применения высоковольтных преобразователей частоты для питания синхронных двигателей используемых в качестве приводов подъемных установок // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2006. – № 10. – С. 66–71.
7. Рушкин Е.И., Семёнов А.С. Анализ энергоэффективности системы электропривода центробежного насоса при помощи моделирования в программе MATLAB // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–2. – С. 341–342.
8. Семёнов А.С., Кутушева Н.Н., Хубиева В.М. Моделирование режимов работы частотно-регулируемого электропривода вентиляционной установки главного проветривания применительно к подземному руднику по добыче алмазосодержащих пород // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–5. – С. 1066–1070.
9. Решетняк С.Н., Фащенко В.Н., Федоров О.В. Особенности применения преобразовательной техники на горнодобывающих предприятиях России // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – № 6. – С. 331–334.
10. Федоров О.В. Оценки эффективности частотно-регулируемых электроприводов: монография. / О.В. Федоров. – М.: Издательский Дом «Инфра-М», 2011. – 144 с.
11. Федоров О.В. Частотно-регулируемый электропривод в экономике страны: монография. / О.В. Федоров. – М.: Издательский Дом «Инфра-М», 2011. – 142 с.
12. Мальчер М.А., Аникин А.С. Проблемы внедрения частотного регулирования в горнодобывающей отрасли //

Горное оборудование и электромеханика. – 2011. – № 4. – С. 40–46.

13. Кодкин В.Л., Аникин А.С., Мальчер М.А. Проблемы внедрения частотного регулирования в горнодобывающей отрасли // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2012. – № 18. – С. 45–49.

14. Голубцов Н.В., Ефремов Л.Г., Федоров О.В. Проблема эффективности использования энергоресурсов // Вестник Чувашского университета. – 2014. – № 2. – С. 18–22.

15. Кузнецов Н.М. Рациональное электропотребление на горных предприятиях // Труды Кольского научного центра РАН. – 2011. – № 4. – С. 128–135.

16. Кузнецов Н.М., Егоров А.Н., Егоров Н.В. Особенности электропотребления и пути его оптимизации при подземной разработке кимберлитов // Горный журнал. – 2010. – № 7. – С. 87–89.

17. Семёнов А.С., Бондарев В.А. Анализ показателей качества электрической энергии при работе асинхронного двигателя от преобразователя частоты // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 4–1. – С. 112–117.

18. Семёнов А.С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя в пакете программ MATLAB // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2014. – Т. 11. – № 1. – С. 51–59.

19. Семёнов А.С. Моделирование автоматизированного электропривода: методические указания по выполнению лабораторных работ. – М.: «Издательство «Спутник+», 2012. – 60 с.

20. Семёнов А.С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя при прямом пуске и с преобразователем частоты в пакете программ MATLAB // Естественные и технические науки. – 2013. – № 4 (66). – С. 296–298.

21. Рушкин Е.И., Семёнов А.С., Саввинов П.В. Анализ применения протокола MODBUS для управления электроприводом на горных предприятиях // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–12. – С. 2615–2619.

22. Матул Г.А., Семёнов А.С. К вопросу о комплексной автоматизации открытых горных работ в алмазодобывающей промышленности // Естественные и технические науки. – 2016. – № 12 (102). – С. 265–268.

УДК 621.31

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГЛАВНОЙ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ РУДНИКА ПРИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Семенова М.Н., Заголило С.А.

*Политехнический институт, филиал Северо-Восточного федерального университета  
им. М.К. Аммосова, Мирный, e-mail: sunlu198662@gmail.com*

В статье рассмотрено моделирование системы электроснабжения вентиляторной станции главного проветривания рудника при компенсации реактивной мощности с помощью синхронного двигателя вентилятора. Описаны требования к системам электроснабжения промышленных предприятий, указаны особенности электроснабжения главных вентиляторных установок рудника. Построена принципиальная схема внутреннего электроснабжения вентиляторной станции главного проветривания. Описана методика исследования, заключающаяся в математическом моделировании технических систем при помощи пакета программ MatLab. Представлено описание блоков библиотеки Simulink/SimPowerSystems, из которых собирается математическая модель системы электроснабжения вентиляторной станции. Приведены результаты моделирования при нормальном режиме работы системы электроснабжения и с компенсацией реактивной мощности. По графикам результатов моделирования видим, что реактивная мощность снизилась на расчетное значение, что соответствует целям и задачам работы.

**Ключевые слова:** рудник, главная вентиляторная установка, система электроснабжения, компенсация реактивной мощности, математическое моделирование, MatLab, активная мощность, реактивная мощность, напряжение

## MODELING OF THE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM OF THE MAIN FAN MOTOR VENTILATION UNITS AT THE COMPENSATION OF REACTIVE POWER

Semenova M.N., Zagolilo S.A.

*Polytechnic institute, branch of North-Eastern Federal University n.a. M.K. Ammosov, Mirny,  
e-mail: sunlu198662@gmail.com*

The article considers the simulation of the power supply system for the fan station of the main ventilation of the mine, when reactive power is compensated with a synchronous fan motor. The requirements to the power supply systems of industrial enterprises are described, the features of power supply of the main fan installations of the mine are indicated. A schematic diagram of the internal power supply of the fan station of the main ventilation is constructed. The technique of research is described, which consists in mathematical modeling of technical systems using the MatLab software package. The description of the blocks of the Simulink/SimPowerSystems library is presented, from which a mathematical model of the power supply system of the fan station is assembled. The results of modeling under normal operation of the power supply system and with reactive power compensation are presented. From the simulation results graphs, we see that the reactive power has decreased by the calculated value, which corresponds to the goals and tasks of the work.

**Keywords:** mine, main fan installation, power supply system, reactive power compensation, mathematical modeling, MatLab, active power, reactive power, voltage

Требования, предъявляемые к электроснабжению предприятий, зависят от их величины и потребляемой ими мощности. Схемы электроснабжения строятся таким образом, чтобы вся система была экономична, надежна, удобна и безопасна в обслуживании и обеспечивала необходимое качество электроэнергии в нормальных и послеаварийных режимах. Надежность систем электроснабжения предприятий, как правило, должна повышаться при приближении к источникам питания и по мере увеличения мощности соответствующих звеньев системы, так как аварии в мощных звеньях приводят к более тяжелым последствиям, чем в мелких, и охватывают большую зону предприятия.

Наиболее экономичной и надежной является система электроснабжения с при-

менением глубоких вводов, при которой источники напряжения максимально приближены к потребителям электроэнергии, а прием электроэнергии рассредоточивается по нескольким пунктам.

Система электроснабжения строится таким образом, чтобы все ее элементы постоянно находились под нагрузкой. «Холодный» резерв в линиях и трансформаторах не применяется. При таком режиме работы уменьшаются потери электроэнергии, и повышается надежность, так как долго находившийся в бездействии «холодный» резервный элемент может при его включении отказать в работе вследствие каких-либо неисправностей, оказавшихся незамеченными. Так называемый «скрытый» резерв предусматривается в самой схеме электроснабжения, которая при послеаварийном

режиме должна быть в состоянии принять на себя нагрузку временно выбывшего элемента путем перераспределения ее между оставшимися в работе частями сети с использованием перегрузочной способности электрооборудования.

троснабжение ВГП в программе MatLab/Simulink/SimPowerSystem [21].

Исходными данными будут являться параметры элементов системы электроснабжения, расширенные данные синхронного двигателя ГВУ СДМЗ–17–59–12УХЛ4 и си-

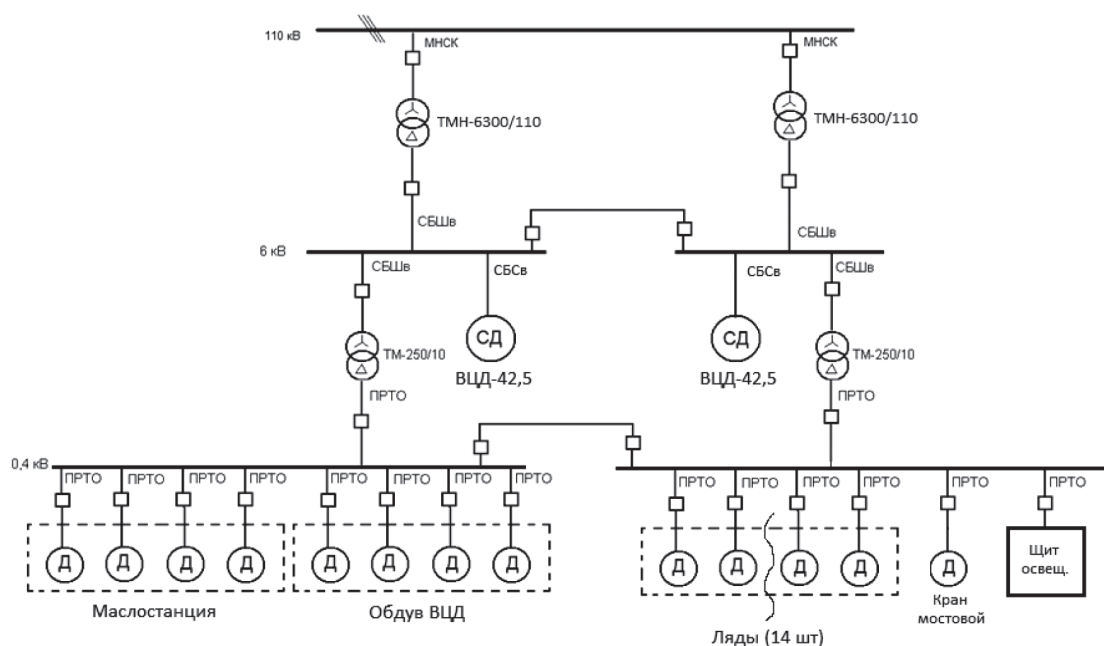


Рис. 1. Принципиальная схема внутреннего электроснабжения участка ВГП

Объект исследования и исходные данные моделирования. Вентиляторная станция главного (ВГП) проветривания рудника по бесперебойности электропитания относится к потребителям 1-й категории, перерыв в электроснабжении которых допускается на время срабатывания АВР (автоматического включения резерва). Перечень электрооборудования, расположенного на станции, включает в себя: 2 вентилятора ВЦД-42,5; 4 вентилятора охлаждения (обдува) ГВУ; 4 маслостанции; 14 электроприводов ляд (дверей); мостовой кран; освещение. По перечисленному оборудованию составляем схему внутреннего электроснабжения ВГП, принципиальный вид которой изображен на рис. 1.

По приведенной принципиальной схеме электроснабжения потребителей вентиляторной станции будем разрабатывать математическую модель, предполагающую структурное моделирование системы элек-

ловых высоковольтных трансформаторов ТМН-6300/110 и ТМ-250/10.

**Методы исследования.** Моделирование представляет собой сложный процесс, целью которого является создание представления о поведении системы при вариациях параметров. Замена реального объекта его математической моделью дает большие преимущества для исследования. Вычислительный эксперимент предназначен для изучения и оптимизации сложных многопараметрических процессов, исследование которых традиционными способами затруднено или невозможно. Такой подход гарантирует гибкость систем и дает возможности их постоянного улучшения без вкладывания значительных средств в обновления аппаратной части [1, 13, 18].

Система электроснабжения ВГП моделируется в пакете программ MatLab, отвечающим требованиям для разработки подобных систем [10, 23]. Приложение для моделиро-

вания энергетических и электротехнических систем – Simulink/SimPowerSystem. Компоненты моделей, в свою очередь, являются графическими блоками и моделями, которые содержатся в ряде библиотек и с помощью мыши могут переноситься в основное окно и соединяться друг с другом необходимыми связями. В состав моделей могут включаться источники сигналов различного вида, виртуальные регистрирующие приборы, графические средства анимации.

Описание блоков модели. Начнем описание элементов модели с источника питания трехфазного переменного напряжения. Мощность источника питания будет соответствовать мощности силового высоковольтного трансформатора 6300 кВА, а выходное напряжение составлять 6 кВ при частоте сети 50 Гц.

Трансформаторы используются для преобразования одного уровня напряжений в другой, в нашем случае он понижающий [5]. В нашей схеме от источника питания установлены два трансформатора ТМ-250/10: мощностью 250 кВА; напряжение высокой стороны трансформатора 6 кВ; низкая сторона 0,4 кВ, напряжения короткого замыкания 4,5 %.

Трехфазная последовательная RLC-нагрузка с помощью данного блока моделируют трехфазную цепь, состоящую из трех последовательных RLC-нагрузок. Параметры цепи задаются через мощности фаз цепи при номинальном напряжении и частоте. С помощью блока нагрузки моделируют трехфазную цепь, состоящую из трех последовательных RLC-нагрузок. Схема соединения цепей – звезда с заземленной нейтралью. Параметры цепи задаются через мощности фаз цепи при номинальном напряжении и частоте.

Трехфазный измерительный блок используется для измерения мгновенного трехфазного напряжения и тока в цепи. Блок может выводить напряжение и токи в относительных единицах (о.е.) или в вольтах и амперах.

Блок «Трехфазный выключатель» реализует трехфазный автоматический выключатель, где открытие и закрытие может управляться либо от внешнего сигнала (внешний режим управления) или от внутреннего таймера управления (внутренний режим управления). Трехфазный выключатель использует три блока однофазных выключателей, соединенных между входами и выходами блока. Если трехфазный выключатель блока находится в режиме внешнего управления,

контроль входа появляется на значке блока. Сигнал управления подключен к этому вход должен быть 0 или 1, 0 чтобы открыть выключатели, 1 чтобы закрыть их. Если трехфазный выключатель установлен в режиме внутреннего контроля, время переключения задаются в диалоговом окне блока.

Для отображения результатов моделирования используется блок осциллографа. Для того чтобы открыть окно просмотра сигналов, необходимо выполнить двойной щелчок левой клавишей мыши на изображении блока. Это можно сделать на любом этапе расчета (как до начала расчета, так и после него, а также во время расчета). В том случае, если на вход блока поступает векторный сигнал, то кривая для каждого элемента вектора строится отдельным цветом. Подробное описание блоков и анализ работы моделей в Simulink представлено в [6, 12, 14–16].

Моделирование при номинальном режиме работы. При номинальном режиме работы система работает при заданных заводом изготовителем значениях. К номинальным данным относятся активная и реактивная мощность, ток, напряжение и ряд других данных.

Задаем полученные при расчете электроснабжения значения в блоке источника питания «Source». В блоке выключателя в значении переходной функции времени вставляем 0. В блоке RLC-нагрузки также поставляем полученные в ходе расчета электроснабжения значения. Блок вентилятора с синхронным двигателем в дальнейшем будет использоваться в качестве компенсатора реактивной мощности в сети. После того как вся схема электроснабжения собрана в среде MatLab (рис. 2) и все данные поставлены во всех нагрузках, трансформаторах и выключателях запускаем программу, полученные данные доступны в окне осциллографа (в данном случае графики нагрузки) (рис. 3). Подробное описание снятия рабочих характеристик изложено в [2, 3, 7–9, 11, 19, 20, 22, 24].

Из графика видно, что в установившемся режиме активная мощность примерно составляет 1,32 МВт, а реактивная достигает значения – 1,2 МВАр. В свою очередь суммарная (полная) мощность достигает значения 1,76 МВА, что практически совпадает с расчетным значением:

$$P^2 + Q^2 = S^2,$$

откуда

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{1,32^2 + 1,2^2} = 1,78 \text{ МВА}.$$



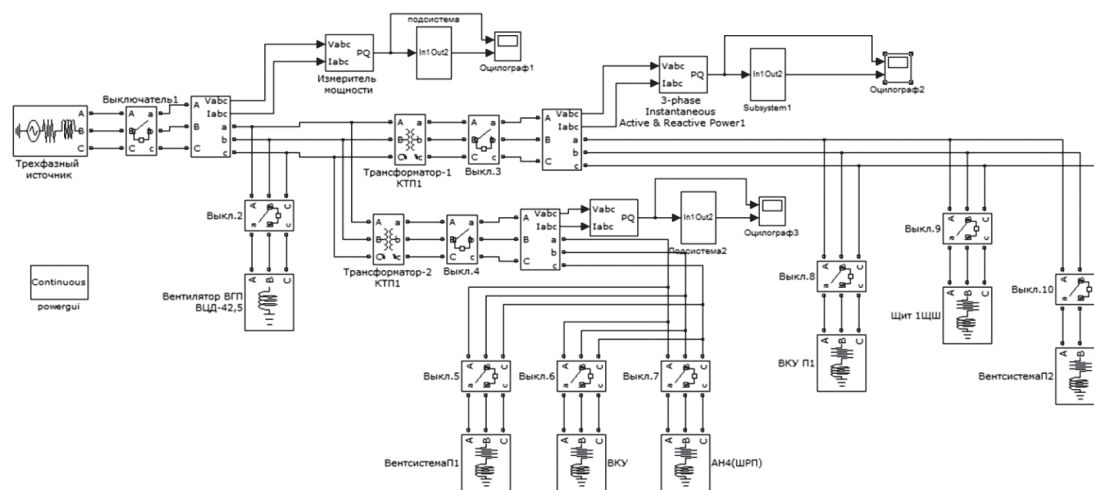


Рис. 2. Модель схемы электроснабжения участка вентиляторной станции рудника

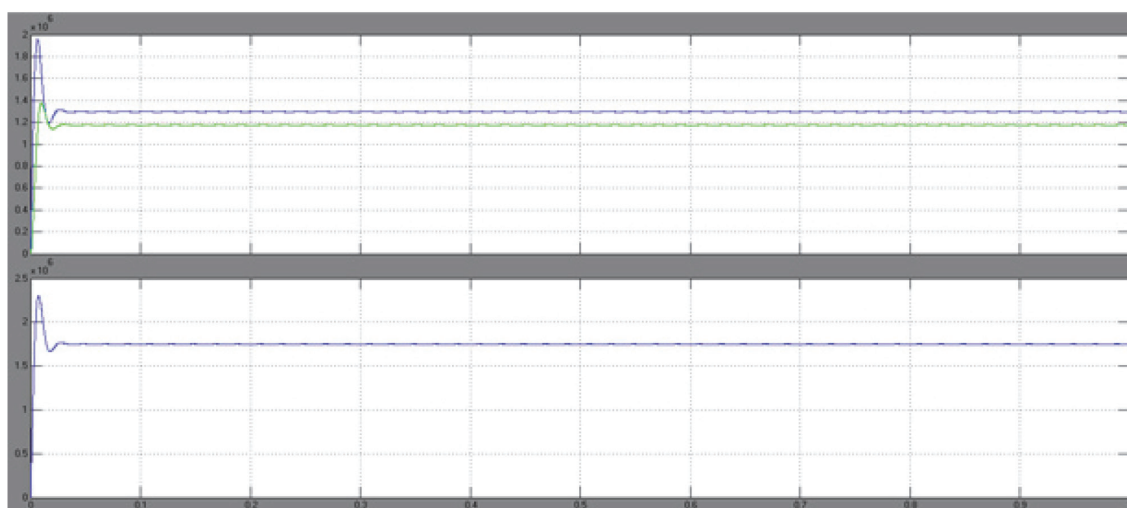


Рис. 3. График нагрузки при номинальном режиме работы системы электроснабжения (на шинах 6 кВ)

Режим компенсации реактивной мощности. Синхронные двигатели имеют по сравнению с асинхронными большое преимущество, заключающееся в том, что благодаря возбуждению постоянным током они могут работать с коэффициентом мощности равном единице и не потребляют при этом реактивной мощности из сети, а при работе на холостом ходу даже отдают реактивную мощность в сеть. В результате улучшается коэффициент мощности генераторов, работающих на электростанциях.

Для имитации режима компенсации реактивной мощности при запуске модели убираем активную нагрузку в вентиляторе (рис. 4), так как двигатель будет работать в холостом ходу. После режима компенсации в осциллографе 1 наблюдается изменение графика нагрузки по сравнению с номинальным режимом (рис. 5).

необходимый уровень показателей качества электросети, к которой он подключён. Воздействие на энергетические показатели осуществляется с помощью регулирования тока возбуждения двигателя в ручном или автоматическом режиме.

При некотором токе возбуждения реактивная составляющая тока станет равной нулю, т.е. ток статора станет чисто активным. Это состояние характеризуется минимальным значением тока статора и максимальным значением  $\cos \varphi = 1$ . Если продолжить увеличивать ток, возбуждения вновь появится, и начнёт расти реактивная составляющая тока, но она будет опережать напряжение сети на  $90^\circ$ . За счёт этого ток статора, будет также опережать напряжение сети, и синхронный двигатель начнёт работать с опережающим  $\cos \varphi$ , уже отдавая реактивную мощность в питающую сеть.

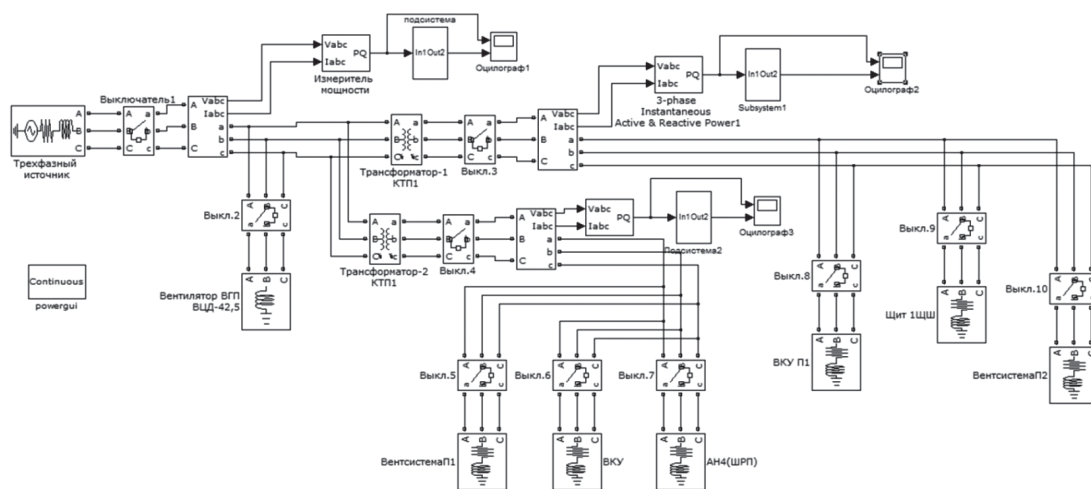


Рис. 4. Модель с компенсацией реактивной мощности

Это происходит за счет того, что синхронные двигатели, в процессе своей работы способны генерировать реактивную мощность. По этой причине электропривод с синхронным двигателем может работать с заданным коэффициентом мощности  $\cos \varphi$ , максимальным КПД и обеспечивать не-

Обобщая выше сказанное получим, что при работе синхронного двигателя с переменной нагрузкой на валу для наилучшего использования его компенсирующих свойств требуется соответствующее изменение тока возбуждения. Моделирование электропривода ГВУ рассмотрено в [4, 17].

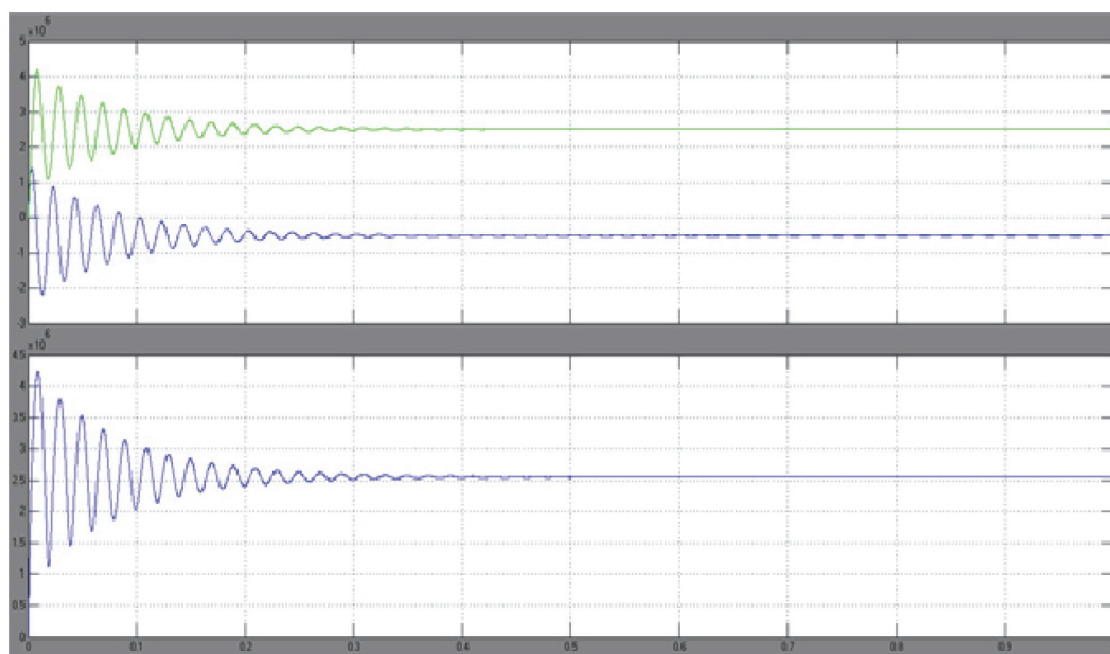


Рис. 5. График нагрузки при компенсации реактивной мощности (на шинах 6 кВ)

Из графика видно, что в установившемся режиме реактивная мощность была скомпенсирована до рассчитанного значения  $-0,55$  МВАр, в свою очередь активная мощность увеличилась и примерно составляет  $2,6$  МВт. В результате суммарное снижение реактивной мощности составило:

$$\Delta Q = Q_H - Q_K = 1,2 - (-0,55) = 1,75 \text{ МВАр}$$

**Вывод.** При моделировании режимов системы электроснабжения вентиляторной станции рудника была построена модель компенсации реактивной мощности при помощи синхронного электродвигателя. В результате представлены графики зависимости мощностей (полной, активной, реактивной) от времени. Из графиков видно, что при использования синхронного двигателя в режиме компенсатора реактивной мощности последняя уменьшилась. Погрешности смоделированных параметров не превышают  $5\%$  по сравнению с расчетными данными. Можно считать моделирование проведенным успешно, а модель – рабочей.

#### Список литературы

1. Егорова А.А., Семёнов А.С., Петрова М.Н. Применение программ математического моделирования при изучении дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов у технических специальностей // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2. – С. 840.
2. Петрова М.Н., Семёнов А.С. Математическое моделирование переходных процессов в электромеханических системах // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–2. – С. 312–314.

3. Рушкин Е.И., Семёнов А.С. Анализ энергоэффективности системы электропривода центробежного насоса при помощи моделирования в программе MATLAB // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–2. – С. 341–342.

4. Рушкин Е.И., Семёнов А.С. Исследование системы частотно-регулируемого электропривода вентилятора главного проветривания при помощи моделирования // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 20. – С. 34–41.

5. Семёнов А.С. Исследование режимов работы однофазного трансформатора путем математического моделирования // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5–3. – С. 391–395.

6. Семёнов А.С. Моделирование автоматизированного электропривода: методические указания по выполнению лабораторных работ. / Москва, 2012. – 60 с.

7. Семёнов А.С. Моделирование режима пуска синхронного двигателя электропривода насоса ГРАТ-4000 // Наука в центральной России. – 2012. – № 2S. – С. 23–27.

8. Семёнов А.С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя в пакете программ MATLAB // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2014. – Т. 11. – № 1. – С. 51–59.

9. Семёнов А.С. Моделирование режимов работы асинхронного двигателя при прямом пуске и с преобразователем частоты в пакете программ MATLAB // Естественные и технические науки. – 2013. – № 4 (66). – С. 296–298.

10. Семёнов А.С. Моделирование режимов работы системы электроснабжения насосной станции // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3–2. – С. 314–319.

11. Семёнов А.С. Моделирование реостатного пуска двигателя постоянного тока с независимым возбуждением // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 9–2. – С. 29–34.

12. Семенов А.С. Основы моделирования электротехнических и электромеханических систем: методические указания. / М.: Издательство «Перо», 2016. – 48 с.

13. Семёнов А.С. Преподавание учебных дисциплин у специальностей «Электроснабжение» и «Электромеханика» с использованием программы MATLAB // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5–1. – С. 232–236.

14. Семёнов А.С. Программа MATLAB: методические указания к лабораторным работам. / Москва, 2012. – 40 с.
15. Семёнов А.С., Хубиева В.М., Кугушева Н.Н. Моделирование режимов работы систем электроснабжения горных предприятий: монография. / Москва, 2015. – 100 с.
16. Семёнов А.С., Кугушева Н.Н., Хубиева В.М. Моделирование режимов работы электроприводов горного оборудования: монография. / Saarbrücken, Deutschland, 2013. – 112 с.
17. Семёнов А.С., Кугушева Н.Н., Хубиева В.М. Моделирование режимов работы частотно-регулируемого электропривода вентиляторной установки главного проветривания применительно к подземному руднику по добыче алмазосодержащих пород // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–5. – С. 1066–1070.
18. Семёнов А.С., Кугушева Н.Н., Хубиева В.М., Матул Г.А. Внедрение пакета программ MATLAB в учебную и научную работу студентов технических специальностей // Естественные и технические науки. – 2014. – № 3 (71). – С. 165–171.
19. Семёнов А.С., Пак А.Л., Шипулин В.С. Моделирование режима пуска электродвигателя погрузочно-доставочных машин применительно к рудникам по добыче алмазосодержащих пород // Приволжский научный вестник. – 2012. – № 11 (15). – С. 17–23.
20. Семёнов А.С., Хубиева В.М., Петрова М.Н. Математическое моделирование режимов работы двигателя постоянного тока в среде MATLAB // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 10–3. – С. 523–528.
21. Семёнов А.С., Якушев И.А., Егоров А.Н. Математическое моделирование технических систем в среде MATLAB // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 8. – С. 56–64.
22. Хубиева В.М., Петрова М.Н., Семёнов А.С. Проектирование электропривода подборщика путем моделирования: методическое пособие по дипломному проектированию. / Saarbrücken, Deutschland, 2015. – 96 с.
23. Шипулин В.С., Семёнов А.С. Моделирование режимов работы системы электроснабжения добычного участка подземного рудника // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8–2. – С. 344–347.
24. Semenov A.S., Shipulin V.S. Analysis of energy efficiency of the system drive centrifugal pump GRAT-4000 by modeling in MATLAB // Europäische Fachhochschule. – 2013. – № 1. – С. 228–230.

*Секция «Энергоснабжение, энергопотребление, энергосбережение»,  
научный руководитель – Кузнецов Н.М., канд. техн. наук*

УДК 620.9

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
РАЗРЕЗА «КАНГАЛАССКИЙ» ОАО ХК «ЯКУТУГОЛЬ»**

**Федоров А.П., Пичуев А.В.**

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва,  
e-mail: apo-fed-95@rambler.ru*

В данной статье рассмотрена программа энергосбережения и повышения энергоэффективности Разреза «Кангаласский» на период 2013 – 2017 г. г., целью которой является обеспечения экономии и рационального использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), путем повышения энергетической эффективности объектов и оборудования разреза. Анализ показал, что на разрезе имеется устойчивая тенденция к снижению всех показателей энергобаланса, что в большей мере обусловлено снижением объемов производства и потребления электроэнергии. В связи с тем, что в ближайшей перспективе не планируется существенная модернизация технологических процессов производства, связанная с изменением объемов потребления ТЭР и производством продукции, технические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности реализуются в соответствии с принятой программой в порядке текущей эксплуатации в соответствии с плановыми показателями предприятия

**Ключевые слова:** энергетика, энергоэффективность, экономика, энергоменеджмент

**ENERGY SAVING AND INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY OF THE SECTION  
«KANGALASSKY» JSC HC «YAKUTUGOL»**

**Fedorov A.P., Pichuev A.V.**

*National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, e-mail: apo-fed-95@rambler.ru*

The article describes the energy saving and energy efficiency improvement program of The Kangalassky section for the period from 2013 to 2017, which aims to ensure the economy and rational use of fuel and energy resources (FER), by increasing the energy efficiency of the facilities and equipment of the section. The analysis showed that the section has a stable tendency to reduce all the energy balance indicators, which is largely due to a decrease in the volume of production and consumption of electricity. Due to the fact that in the near future there is not planned to significantly modernize the production processes associated with changes in the volumes of fuel and energy consumption and production, technical measures for energy saving and energy efficiency are implemented in accordance with the adopted program in the order of current operation in accordance with the planned indicators enterprises.

**Keywords:** energy efficiency, power engineering, economy, energy management

Кангаласский угольный разрез располагается в восточной части Якутско-Вилуйского района Ленского бассейна и лежит на левом берегу среднего течения реки Лена. Разведанная площадь месторождения составляет 12,1 км<sup>2</sup>, ограничивается на юге и востоке береговой частью р. Лена, на севере и западе периферийными линиями разведки.

Основным объектом разработки являлся пласт «Рудничный», неглубоко залегающий и имеющий небольшую мощность. Отработка месторождения осуществляется открытым способом.

Разрез «Кангаласский» разрабатывает сближенные угольные пласты «Нижний» и «Верхний» мощностью в среднем 5 и 9 метров.

На существующих участках работ мощность покрывающих пород не превышает

25 метров, поэтому разработку их проводят одним вскрышным уступом со средней высотой 22 м, при помощи шагающего экскаватора ЭШ 10/70 по бестранспортной схеме с нижним черпанием по всей ширине заходки, с размещением горной массы в выработанное пространство. Трассу для передвижения по взорванной массе экскаватор планирует сам, в редких случаях используется бульдозер Д-250. Породы междупластья разрабатываются по транспортной схеме, погрузку осуществляет экскаватор ЭКГ-5А в автосамосвалы БелАЗ-7540, и транспортируются во внешние отвалы.

Добыча угля производится экскаватором ЭКГ-5А с отгрузкой на автотранспорт потребителя грузоподъемностью от 2,5 до 20 тонн. В летние месяцы около 100 тыс. т., уголь вывозится на причал для отправки потребителям водным транспортом.



Бурение скважин по породе производится станками шарошечного бурения 2СБШ-200 и СБШ-250 с диаметром долот 195 мм, по углю и междупластью – станками СБВ-2М и СБР-160, рассчитанными на бурение скважин диаметром 160 мм.

Вскрышные работы ведутся одним уступом по бестранспортной системе драглайном ЭШ 10/70. Вскрышные работы по междупластью ведутся экскаватором ЭКГ-5А с погрузкой на автотранспорт. Добыча угля ведется так же на автотранспорт экскаватором ЭКГ-5А.

Сменная производительность буровых станков принимается на основании хронометражных наблюдений и в соответствии с технологическими схемами ведения горных работ на угольных разрезах [1,2].

ОАО ХК «Якутуголь» была разработана программа энергосбережения и повышения энергоэффективности Разреза «Кангаласский» на период 2013 – 2017 г.г.

Целью программы являлось обеспечение экономии и рационального использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), путем повышения энергетической эффективности объектов и оборудования разреза.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие основные задачи:

1. Снижение расходов энергетических ресурсов на оказание регулируемых услуг;
2. Снижение расхода электрической энергии в зданиях;
3. Разработка и совершенствование нормативно-правовых и внутренних документов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Целевыми индикаторами программы являлись:

- Снижение удельного расхода энергетических ресурсов субъектов естественных монополий на оказание регулируемых услуг;
- Сокращение удельного расхода электрической энергии в зданиях, строениях, сооружениях, находящихся в собственности субъектов естественных монополий, на 1 м<sup>2</sup> площади указанных помещений.

На первом этапе была выполнена оценка общего потенциала энергосбережения топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), включая электрическую и тепловую энергию, а также топливо [3, 4].

Общий потенциал энергосбережения снижения расходов энергетических ресурсов оценивается в 0,046 тыс. т у.т./год или 7,8% от объема потребления в 2012 году. Затраты

на реализацию потенциала энергосбережения на объектах Разреза «Кангаласский» составил 379,296 тыс. рублей при сроке окупаемости – 0,73 года.

Суммарный потенциал снижения расходов всех видов энергии оценивался без учета снижения или увеличения объемов потребления, связанных с производством продукции.

Суммарный потенциал снижения расходов электрической энергии составил 20,11 тыс. кВт·ч/год или около 2,6% от общего расхода электрической энергии в 2012 году.

Основной потенциал сбережения электрической энергии аккумулирован в совершенствовании системы освещения на предприятии. Суммарные затраты на реализацию потенциала составили 86,336 тыс. рублей при сроке окупаемости мероприятий – 1,14 года.

Суммарный потенциал снижения расходов тепловой энергии оценивается в 221,4 Гкал/год или около 16,5% от общего расхода тепловой энергии в 2012 году.

Основной потенциал сбережения тепловой энергии аккумулирован в следующих мероприятиях:

- совершенствование приборного учета потребления тепловой энергии;
- снижение потерь теплоносителя и тепловых потерь по изоляции теплотрасс.

Суммарные затраты на реализацию потенциала составили 236,56 тыс. рублей при сроке окупаемости мероприятий – 0,8 года.

Суммарный потенциал сбережения моторного топлива оценивался без учета снижения или увеличения объемов потребления, в 5,07 тыс. л/год или около 15% от общего расхода моторного топлива в 2012 году.

Основной потенциал сбережения моторного топлива аккумулирован: в применении ресурсосберегающей технологии «SUPROTEC» на всем автотранспорте предприятия.

Суммарные затраты на реализацию потенциала составили 56,4 тыс. рублей при сроке окупаемости мероприятий – 0,37 года.

В рамках энергетического обследования был выполнен анализ характера изменения режимов электропотребления на разрезе «Кангаласский» за период с 2013 по 2017 г.г. (см. табл. 1).

Анализ показал, что на разрезе имеется устойчивая тенденция к снижению всех по-

казателей энергобаланса, что в большей мере обусловлено снижением объемов производства и потребления электроэнергии, что представлено на диаграмме (рисунок). Имен-

шийся в период с 2015 по 2016 г.г. подъем потребления электроэнергии был связан с дополнительным вводом в эксплуатацию драглайна ЭШ-10/70 на вскрышном участке.

**Таблица 1**

Сведения по балансу электрической энергии и его изменениях (в МВт·ч)

| № п/п | Статья приход/расход                       | Год     |         |        |        |        |
|-------|--------------------------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|
|       |                                            | 2013    | 2014    | 2015   | 2016   | 2017   |
| 1     | Приход                                     | 1882,48 | 1201,16 | 503,33 | 947,14 | 776,84 |
| 2     | Расход                                     |         |         |        |        |        |
| 2.1   | Технологический расход                     | 950,34  | 650     | 349,01 | 823,46 | 690,56 |
| 2.2   | Расход на собственные нужды                | 905,15  | 532,69  | 144,42 | 100,3  | 46,56  |
| 2.3   | Технологические потери всего, в том числе: | 26,99   | 18,47   | 9,9    | 23,38  | 19,61  |
|       | Условно-постоянные                         | 6,65    | 4,55    | 2,44   | 5,76   | 4,83   |
|       | Нагрузочные                                | 19,86   | 13,59   | 7,29   | 17,21  | 14,43  |
| 2.4   | Нерациональные потери                      | -       | -       | -      | -      | 20,11  |
|       | Итого суммарный расход                     | 1992,48 | 1201,16 | 503,33 | 948,14 | 776,84 |

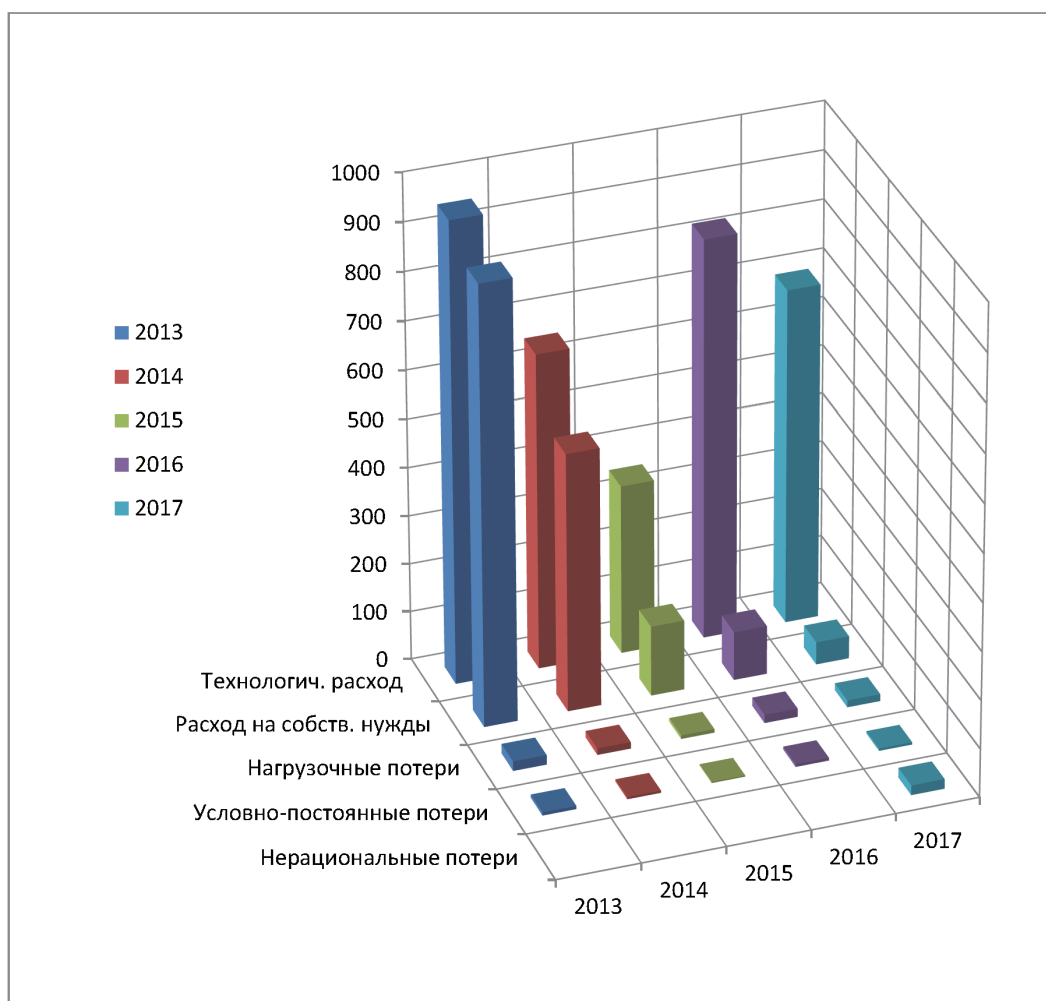


Диаграмма технологического расхода электроэнергии

В связи с тем, что в ближайшей перспективе не планируется существенная модернизация технологических процессов производства, связанная с изменением объемов потребления ТЭР и производством продукции, технические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности реализуются в соответствии с принятой программой в порядке текущей эксплуатации в соответствии с плановыми показателями предприятия, приведенными в табл. 2.

• Совершенствование приборного учета потребления тепловой энергии.

• Восстановление изоляции теплотрасс.

• Применение ресурсосберегающего препарата «SUPROTEC» (бензин).

• Применение ресурсосберегающего препарата «SUPROTEC» (ДТ).

Ежегодное снижение затрат на потребляемую электроэнергию оценивается (экспертно) в 0,07 % от затрат на энергообеспечение.

Таблица 2

Технические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности

| Наименование мероприятия,<br>вид энергетического ресурса                                  | Годовая экономия<br>энергетических ресурсов |        |                                                                  | Затраты,<br>тыс. руб. | Средний<br>срок оку-<br>паемости,<br>лет |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
|                                                                                           | в натуральном<br>выражении                  |        | в стои-<br>мостном<br>выраже-<br>нии тыс.<br>руб. (по<br>тарифу) |                       |                                          |
|                                                                                           | единица<br>измерения                        | кол-во |                                                                  |                       |                                          |
| Замена ламп накаливания на энер-<br>госберегающие                                         | МВт· ч                                      | 2,11   | 7,92                                                             | 2,336                 | 0,29                                     |
| Замена светильников типа ДРЛ на<br>светодиодные светильники в произ-<br>водственных цехах | МВт·ч                                       | 18     | 67,5                                                             | 84                    | 1,24                                     |
| Совершенствование приборного<br>учета потребления тепловой энер-<br>гии                   | Гкал                                        | 26,7   | 35,49                                                            | 172,56                | 4,86                                     |
| Восстановление изоляции тепло-<br>трасс                                                   | Гкал                                        | 194,7  | 258,81                                                           | 64                    | 0,25                                     |
| Применение ресурсосберегающего<br>препарата «SUPROTEC» (бензин)                           | тыс. л                                      | 0,356  | 11,39                                                            | 6,0                   | 0,53                                     |
| Применение ресурсосберегающего<br>препарата «SUPROTEC» (ДТ)                               | тыс. л                                      | 4,71   | 141,17                                                           | 50,4                  | 0,36                                     |

### Выводы

Исходя из полученных данных, было принято решение повышения энергоэффективности с помощью следующих мероприятий:

• Замена ламп накаливания на энергосберегающие.

• Замена светильников типа ДРЛ на светодиодные светильники в производственных цехах.

### Список литературы

1. Ляхомский А.В. Управление энергетическими ресурсами горных предприятий: учебное пособие. – М.: Горная книга, 2011.
2. Пичуев А.В., Петуров В.И., Чеботаев Н.И. Электрификация горного производства в задачах и примерах. – М.: Изд-во МГТУ, 2011.
3. Плащанский Л.А., Щуцкий В.И. Надежность и управление качеством электроснабжения ч. I. – М.: МГИ, 1985 – 51 с.
4. Пичуев А.В., Овсянников Н.Б., Петров А.А. Сравнительный анализ плановых и фактических показателей электропотребления и оценка энергоэффективности технологических участков меднорудного карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-технический журнал. – 2014. – №2. – С. 294 – 302.