

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

# **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

№91, Ноябрь 2022  
(Часть 7)



Самара, 2022

T33

**Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №91, Ноябрь 2022 (Часть 7) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2022 – 216 с.**

**doi:** 10.18411/trnio-11-2022-p7

**Тенденции развития науки и образования** - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»  
© Университет дополнительного  
профессионального образования

УДК 001.1  
ББК 60

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Черноятов Александр Михайлович**

Кандидат экономических наук, Профессор

**Царегородцев Евгений Леонидович**

Кандидат технических наук, доцент

**Пивоваров Александр Анатольевич**

Кандидат педагогических наук

**Малышкина Елена Владимировна**

Кандидат исторических наук

**Ильященко Дмитрий Павлович**

Кандидат технических наук

**Дробот Павел Николаевич**

Кандидат физико-математических наук, Доцент

**Божко Леся Михайловна**

Доктор экономических наук, Доцент

**Бегидова Светлана Николаевна**

Доктор педагогических наук, Профессор

**Андреева Ольга Николаевна**

Кандидат филологических наук, Доцент

**Абасова Самира Гусейн кызы**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Попова Наталья Владимировна**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ханбабаева Ольга Евгеньевна**

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

**Вражнов Алексей Сергеевич**

Кандидат юридических наук

**Ерыгина Анна Владимировна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Чебыкина Ольга Альбертовна**

Кандидат психологических наук

**Левченко Виктория Викторовна**

Кандидат педагогических наук

**Петраш Елена Вадимовна**

Кандидат культурологии

**Романенко Елена Александровна**

Кандидат юридических наук, Доцент

**Мирошин Дмитрий Григорьевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Ефременко Евгений Сергеевич**

Кандидат медицинских наук, Доцент

**Шалагинова Ксения Сергеевна**

Кандидат психологических наук, Доцент

**Катермина Вероника Викторовна**

Доктор филологических наук, Профессор

**Полицинский Евгений Валериевич**

Кандидат педагогических наук, Доцент

**Жичкин Кирилл Александрович**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Пузыня Татьяна Алексеевна**

Кандидат экономических наук, Доцент

**Ларионов Максим Викторович**

Доктор биологических наук, Доцент

**Афанасьева Татьяна Гавриловна**

Доктор фармацевтических наук, Доцент

**Байрамова Айгюн Сеймур кызы**

Доктор философии по техническим наукам

***Лыгин Сергей Александрович***

Кандидат химических наук, Доцент

***Заломнова Светлана Петровна***

Кандидат педагогических наук, Доцент

***Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна***

Кандидат педагогических наук, Доцент

***Радкевич Михаил Михайлович***

Доктор технических наук, Профессор

***Гуткевич Елена Владимировна***

Доктор медицинских наук

***Матвеев Роман Сталинарьевич***

Доктор медицинских наук, Доцент

***Шамутдинов Айдар Харисович***

Кандидат технических наук, Профессор

***Найденов Николай Дмитриевич***

Доктор экономических наук, Профессор

***Романова Ирина Валентиновна***

Кандидат экономических наук, Доцент

***Хачатурова Карине Робертовна***

Кандидат педагогических наук

***Кадим Мундер Мулла***

Кандидат филологических наук, Доцент

***Григорьев Михаил Федосеевич***

Кандидат сельскохозяйственных наук

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>РАЗДЕЛ XVIII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	9
<b>Абдуллаев А.Р., Ахмедова Р.К. Селимханов Д.Н.</b> Прочность стенки двутавровых железобетонных балок при действии равномерно- распределенной нагрузки .....	9
<b>Артемов П.И., Исламов О.</b> Современное состояние водопропускных гидротехнических сооружений на канале Р-1 Райгородской оросительно-обводнительной системы .....	12
<b>Глазков Ю.Е., Гришин Д.В., Глазков В.Ю.</b> Анализ проблемы повышения энергоэффективности автомобильного транспорта .....	14
<b>Горшков А.О., Давыдов А.А.</b> Способы построения системы автоматического проектирования последовательности обработки детали на металлорежущих станках.....	17
<b>Гришин Р.С., Андреева Е.А.</b> Альтернативный способ увеличения пропускной способности магистрального нефтепровода.....	21
<b>Гришин Р.С., Андреева Е.А.</b> Рассмотрение путей решения проблем накопления и переработки нефтешламов .....	24
<b>Еремин Н.А., Посаднов А.Е., Литвинов А.В.</b> Исследование алгоритмов управления синхронным электродвигателем.....	27
<b>Катаев Ю.В.</b> Определение параметров технического состояния автотракторной техники через CAN протокол .....	30
<b>Мичурова Н.Н., Мичуров Н.С., Мирошин Д.Г.</b> Гибкие роботизированные ячейки в современном производстве .....	32
<b>Мичурова Н.Н., Мичуров Н.С., Мирошин Д.Г.</b> Система управления гибкой производственной ячейкой на базе Simatic WinCC .....	35
<b>Орлов А.А., Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С.</b> Двигатель для автомобиля на водородном топливе .....	37
<b>Попов М. Е., Анисимова Г. Б.</b> Проектирование АИС контроля проезда транспортных средств на закрытую территорию (парковку) .....	39
<b>Сизова Н.А., Мамышев Р.Э.</b> Анализ систем пожарной сигнализации, применяемые на объектах магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов .....	43
<b>Сизова Н.А., Мамышев Р.Э.</b> Разработка SCADA-системы атмосферно-вакуумной трубчатки на этапе подготовки сырья.....	47
<b>Соболь А.Н., Андреева А.А., Федорец А.В.</b> Исследования витковых коротких замыканий в статорной обмотке автономного асинхронного генератора .....	50
<b>Суфиянов Р.Ш.</b> Эвристика в инженерном творчестве .....	53
<b>Трушина Д.Р., Мельниченко М.С.</b> Расчет дополнительного армирования железобетонного резервуара шаговым методом.....	56
<b>Филатова А.В., Мельников С.А.</b> Визуализация транспортных сетей при геодезических работах .....	59
<b>Филатова А.В., Григорян Г.Э.</b> Инженерная оценка гидрогеологических условий исследуемой местности района строительства .....	63
<b>Хаджиди А.П., Артемов П.И.</b> Оценка гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности оросительных каналов в земляном русле .....	66
<b>Цой Т.В., Сулаймонова А.А.</b> Дальневосточная ипотека: преимущества и возможности .....	68

<b>Шварцкоп М.А., Головань И.Н., Посаднов А.Е.</b> Исследование влияния статического тиристорного компенсатора косвенного действия на сеть .....	70
<b>Шелехов И.Ю., Лысенко Д.О., Радин В.А.</b> Анализ технических решений, применяемых при утилизации вторичной тепловой энергии.....	73
<b>Шкитов М.С., Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С.</b> Передвижной пункт управления на базе автомобиля КамАЗ – 5350.....	75
<b>Юсупов М.И., Головань И.Н., Посаднов А.Е.</b> Обеспечение требуемого качества электроэнергии завода пластических масс .....	77
<b>Gafurova L.I., Zhukova Yu.V.</b> Inserts based on thin-core fibers in optical interferometers .....	80
<b>РАЗДЕЛ XIX. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА .....</b>	<b>85</b>
<b>Аль-гбури Х.Н.А.</b> Особенности развития информационных технологий в РФ .....	85
<b>Борзых Н.Ю.</b> Анализ систем поддержки принятия решений, их классификаций и методов принятия решений.....	87
<b>Виноградова А.Е., Белаш В.Ю.</b> О программных продуктах для поиска видеофайлов по эпизоду .....	90
<b>Гочияева М.Д., Байрамкулов К.Х.</b> Разработка и реализация развлекательной компьютерной игры.....	92
<b>Григорьева Е.Г., Марченко Ю.Д.</b> О разработке трехмерных архитектурных моделей с элементами интерактивного взаимодействия в задачах исторической реконструкции .....	95
<b>Хапаева Л.Х., Лайпанов А.А.</b> Проектирование информационной системы для ветеринарной клиники академии .....	99
<b>Хапаева Л.Х., Лайпанов А.А.</b> Разработка и реализация программно-информационной системы «Документооборот» ветеринарной клиники.....	102
<b>Фортунова Н.А., Романенко Е.С.</b> Разработка информационного ресурса для реализации дистанционного обучения в рамках дополнительного образования .....	105
<b>Хапаева Л.Х., Узденова Ф.И.</b> Автоматизация бизнес-процессов адвокатской конторы .....	109
<b>Хапаева Л.Х., Узденова Ф.И.</b> Построение модели деятельности адвокатской конторы.....	112
<b>Хапаева Л.Х., Хачирова Ф.</b> Автоматизация процесса учета заказов в кафе .....	114
<b>Эркенова М.У., Алиева З.Х., Шаманова А.Н.</b> Бизнес-технологии электронной коммерции .....	116
<b>Эркенова М.У., Мамчурев А.К.</b> Сравнительная характеристика программных средств для построения интернет-магазина.....	119
<b>РАЗДЕЛ XX. ТРАНСПОРТ.....</b>	<b>122</b>
<b>Еркин А. Д., Исаева С. М.</b> Влияние железнодорожной системы на загрязнение воды.....	122
<b>Ефимов Р.А., Хайбулин Д.Д.</b> Разработка предложений по формированию обучающего модуля организации движения высокоскоростных поездов .....	128
<b>Ильин П.А., Хольшев Н.В., Глазков В.Ю.</b> Моделирование процесса распределения тепла в пневматической автомобильной шине с повреждениями.....	133
<b>Лазаренко Д.Ю., Кузикова В.А.</b> Особенности автомобильных перевозок крупногабаритных грузов.....	136

<b>Нестеренко И.С., Нестеренко Г.А., Морозова А.Р.</b> Способы диагностирования охлаждающей системы двигателя внутреннего сгорания автомобиля.....	137
<b>Сивер А.А., Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С.</b> Обоснование выбора базового автомобиля для перевозки ГСМ малого объема.....	139
<b>РАЗДЕЛ XXI. НАУКИ О ЗЕМЛЕ</b> .....	141
<b>Гичаева М.М.</b> Анализ и обобщение результатов исследований существующих методов определения деформаций инженерных объектов.....	141
<b>Колесниченко Т.В.</b> Польза и вред при применении пестицидов .....	144
<b>Носуля И.С.</b> Прогнозирование возможных аварий на дамбе обвалования р. Абин в Абинском районе Краснодарского края .....	146
<b>Шестакова А.А.</b> Пространственный анализ распределения мерзлотных условий на территории Якутии .....	148
<b>РАЗДЕЛ XXII. МАТЕМАТИКА</b> .....	151
<b>Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Чернов С.В., Волосова Н.К. , Волосов К.А., Волосова А.К.</b> Дифференциальные уравнения связи - преобразование слоевых координат в присоединенных расслоенных пространствах скоростей конечного порядка .....	151
<b>Полякова И.С.</b> Умножение отрицательных чисел.....	154
<b>РАЗДЕЛ XXIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	157
<b>Леонтьева А.И., Брянкин К.В., Альмоваил Х.Г.Д.</b> Совершенствование переработки жидкого углеводородного сырья.....	157
<b>Суфиянов Р.Ш.</b> Присадки к моторным маслам.....	161
<b>РАЗДЕЛ XXIV. КОСМОЛОГИЯ</b> .....	165
<b>Кошман В.С.</b> Космологическое расширение Вселенной: причина и время возникновения реликтового излучения.....	165
<b>РАЗДЕЛ XXV. МЕХАНИКА</b> .....	169
<b>Рыбников А.В.</b> Повышение эффективности буксировки судов .....	169
<b>РАЗДЕЛ XXVI. МОДЕЛИРОВАНИЕ</b> .....	173
<b>Васин А.В., Лайша А.К., Попов И.Н, Колобов М.А.</b> Выбор и оптимизация основных компонентов и параметров вторичных источников питания для интеллектуальных транспортных средств .....	173
<b>РАЗДЕЛ XXVII. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ</b> .....	176
<b>Логвинчук Т.М.</b> Расчетное количество и формы витаминов группы В для обогащения растворимых чайных напитков.....	176
<b>Урубков С.А.</b> Применение экспандированного сырья в безглютеновых зерновых батончиках .....	178

<b>РАЗДЕЛ XXVIII. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ</b> .....	182
<b>Жигулин В.А., Пешков И. В.</b> Цифровое моделирование усилителя промежуточной частоты и фильтра промежуточной частоты .....	182
<b>Калабухов А.Н.</b> Автоматическая регулировка усиления промежуточной частоты с высоким динамическим диапазоном по интермодуляции.....	185
<b>Кравчина М.В., Кравчина А.В.</b> Свойства случайных бинарных данных .....	188
<b>РАЗДЕЛ XXIX. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА</b> .....	192
<b>Панкин В.В., Соловьева Е.Б., Портной М.С.</b> Гендерные аспекты в электротехническом образовании и научных исследованиях .....	192
<b>Шелехов И.Ю., Андропова О.Ю., Клементьев Н.И.</b> Анализ технических решений по защите перронов железнодорожных вокзалов от наледи .....	195
<b>РАЗДЕЛ XXX. ЭНЕРГЕТИКА</b> .....	198
<b>Аветисян А.С.</b> Перспектива развития и применения водородной энергетики .....	198
<b>РАЗДЕЛ XXXI. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ</b> .....	201
<b>Kazankov A.A., Zhukova Yu.V.</b> Automated semiconductor meter.....	201
<b>РАЗДЕЛ XXXII. ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	206
<b>Авксентьев В.А., Иванова С.Ю., Шульга М.М.</b> Миграционный фактор этнополитических процессов на Северном Кавказе .....	206
<b>Гриценко Г.Д.</b> Политизированная этничность на Северном Кавказе: результаты экспертного анализа .....	210



## РАЗДЕЛ XVIII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абдуллаев А.Р.<sup>1,2</sup>, Ахмедова Р.К.<sup>1</sup> Селимханов Д.Н.<sup>1,2</sup>**Прочность стенки двутавровых железобетонных балок при действии равномерно-распределенной нагрузки**<sup>1</sup>Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет народного хозяйства  
(Россия, Махачкала)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-323

**Аннотация**

Проведены экспериментальные исследования по изучению зависимости прочности стенки двутавровых железобетонных балок от длины при действии равномерно-распределенной нагрузки.

Экспериментальным путем установлено, что с уменьшением длины балок при действии равномерно - распределенной нагрузки, относительная прочность стенки увеличивается.

В результате сравнительного анализа результатов экспериментальных исследований выявлено, что прочность стенки двутавровых железобетонных балок при действии равномерно-распределенной нагрузки выше прочности аналогичных балок испытанных при действии сосредоточенных сил.

**Ключевые слова:** экспериментальные исследования, равномерно-распределенная нагрузка, двутавровые железобетонные балки, прочность стенки, длина балок, наклонные трещины, поперечная сила.

**Abstract**

Experimental studies of the dependence of the strength of I-beams reinforced concrete walls length under the action of uniformly-distributed load.

We have found that with a decrease in the length of beams under the action of uniformly - distributed load, the relative strength of the wall increases.

As a result of comparative analysis of experimental results revealed that the strength of the wall concrete I-beams under the action of uniformly distributed loads higher than the strength of similar beams tested under the action of concentrated forces.

**Keywords:** experimental studies, uniformly distributed load, reinforced concrete I-beams, strength of walls, girders, inclined cracks, shear force.

Тонкостенные железобетонные балки, загруженные распределенной нагрузкой, достаточно часто встречаются в строительстве. Прочность таких конструкций в приопорных зонах, где поперечные силы имеют максимальные значения и наблюдается разрушение стенки, до настоящего времени практически мало изучена. Из отдельных экспериментов Алиева Г.С. [1], Ф.Леонгардта и Р.Вальтера [2] следует, что поперечные силы в зоне разрушения балок с распределенной нагрузкой примерно в 1,5 раза выше чем в аналогичных конструкциях, испытанных сосредоточенными силами.

Учитывая существенную зависимость прочности от характера нагружения, с целью проверки и дополнения этих результатов, нами были проведены экспериментальные исследования прочности тонкостенных двутавровых балок различной длины, нагруженных равномерно-распределенной нагрузкой. Были изготовлены и испытаны до разрушения 4 балки из тяжелого бетона с кубиковой прочностью 25,4 МПа и 27,7 МПа и длиной между опорами 4 h<sub>0</sub>, 6 h<sub>0</sub>, 8 h<sub>0</sub>, 10h<sub>0</sub>. Размеры поперечного сечения и армирование нижних полков 4Ø 16 А-500, верхних - 4Ø 16 А- 400, поперечное армирование стенки 2 Ø 6 А- 300 с шагом 8 см (рис.1).

При изготовлении образцов особое внимание уделялось качеству заполнителей, тщательности подбора состава бетона, точности изготовления арматурных каркасов и самих образцов. В качестве заполнителей применялись промытый и фракционированный щебень крупностью  $5 \div 15$  мм., дробленый и промытый песок фракции  $2,5 \div 5$  мм. и морской песок -  $0 \div 1,25$  мм. Бетон приготовлен на портландцементе марки 400 с введением 0,2% добавки СДБ и осадку конуса  $7 \div 9$  см. Арматурные каркасы опытных образцов с целью обеспечения высокой точности, изготавливались в специальных кондукторах, а сами балки в сборных металлических формах. Уплотнение бетона осуществлялось с помощью глубинного и площадочного вибраторов.

Для контроля прочности одновременно с балками изготавливались кубы размером  $15 \times 15 \times 15$  см. и призмы  $10 \times 10 \times 40$  см. Фактические размеры образцов, призмная прочность бетона и опытные значения разрушающих усилий приведены в таблице 1.

Таблица 1

*Характеристики и результаты испытания опытных образцов балок.*

Шифр балки	Относительная длина $l/h_0$	Размеры сечения, (см)		Прочность бетона $R_b$ , МПа	Общая нагрузка на балку по манометру $2P$ , кН	Разрушающая сила $Q$ , (кН)		Относительная прочность $Q/R_b b h_0$
		b	$h_0$			на опоре	в зоне разрушения*	
БД-III-1	4	5,1	32,5	21,6	440	222,0	177,6	0,496
БД-III-2	6	5,0	32,5	19,8	350	177,6	142,2	0,448
БД-III-3	8	5,0	32,0	19,8	345	175,7	140,6	0,443
БД-III-4	10	5,0	32,3	21,6	375	188,5	150,8	0,432

\* - усилия в зоне разрушения приняты равными 80% от  $Q_{max}$  на опоре.

Все балки после набора прочности, были испытаны на специальной установке, где с помощью системы траверс имитировалась равномерно-распределенная нагрузка. Расстояние между силами принято 160 мм., кроме балки БД-III-1, где оно было равно 80 мм. (Рис.1). Нагрузка на опытные образцы создавалась с помощью 50-ти тонного домкрата и ручного гидравлического насоса, а измерение ее величины производилось по манометру.

Для замера деформаций поперечной и продольной арматур и измерения прогибов на опытные образцы устанавливались индикаторы часового типа ИЧ-2, ИЧ-10 (Рис.1). Деформации укорочения бетона стенки между наклонными трещинами измерялись с помощью тензометрических датчиков, наклеенных на расстоянии  $h_0$  от опоры под углом  $45^\circ$  к продольной оси балок.

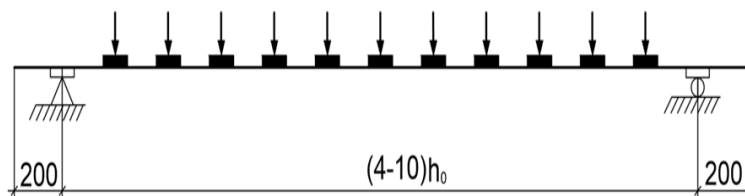


Рисунок 1. Схема испытания опытных образцов балок.

Первые наклонные трещины появились как правило в средней части по высоте стенки в приопорных зонах балок, где действуют максимальные поперечные силы. При дальнейшем нагружении в стенках балок образовывалось множество трещин, угол наклона которых изменялся от  $90^\circ$  в середине пролета балки до  $420 \div 450$  в приопорных зонах. Усилия образования первых наклонных трещин в стенке составляли около 15-20 % от разрушающих нагрузок.

Все опытные балки разрушились вследствие раздробления бетона стенки от сжатия на расстоянии  $(0,5 \div 1)h_0$  от опоры при этом каких-нибудь признаков близости разрушения по

наклонным сечениям не обнаружено и полки балок остались неповрежденными за исключением балки БД-III-4 с максимальной длиной  $l = 10 h_0$ , где наблюдалось разрушение полки у опоры после раздробления бетона стенки (Рис2).

По полученным результатам построена зависимость относительной прочности ( $Q/Rbbh_0$ ) от относительной длины балок ( $l/h_0$ ) (Рис.3). Здесь же приведена опытная зависимость относительной прочности стенки от длины зоны среза ( $c/h_0$ ) по результатам испытаний аналогичных опытных образцов балок с  $\mu_{sw} = 1,5\%$  на действие двух сосредоточенных сил при длине зоны среза  $c = (1 \div 4)h_0$ , проведенных ранее [3]. Максимальные значения прочности балок обеих серий, очевидно имеет место при  $l/h_0 = 0$ , т.е. при местном сжатии. В зависимости от количества поперечного армирования значение  $2P/Rbbh_0$  для опытных образцов при местном сжатии изменяется от 0,8 ( $\mu_{sw} = 0$ ) до 0,94 ( $\mu_{sw} = 1,5\%$ ).

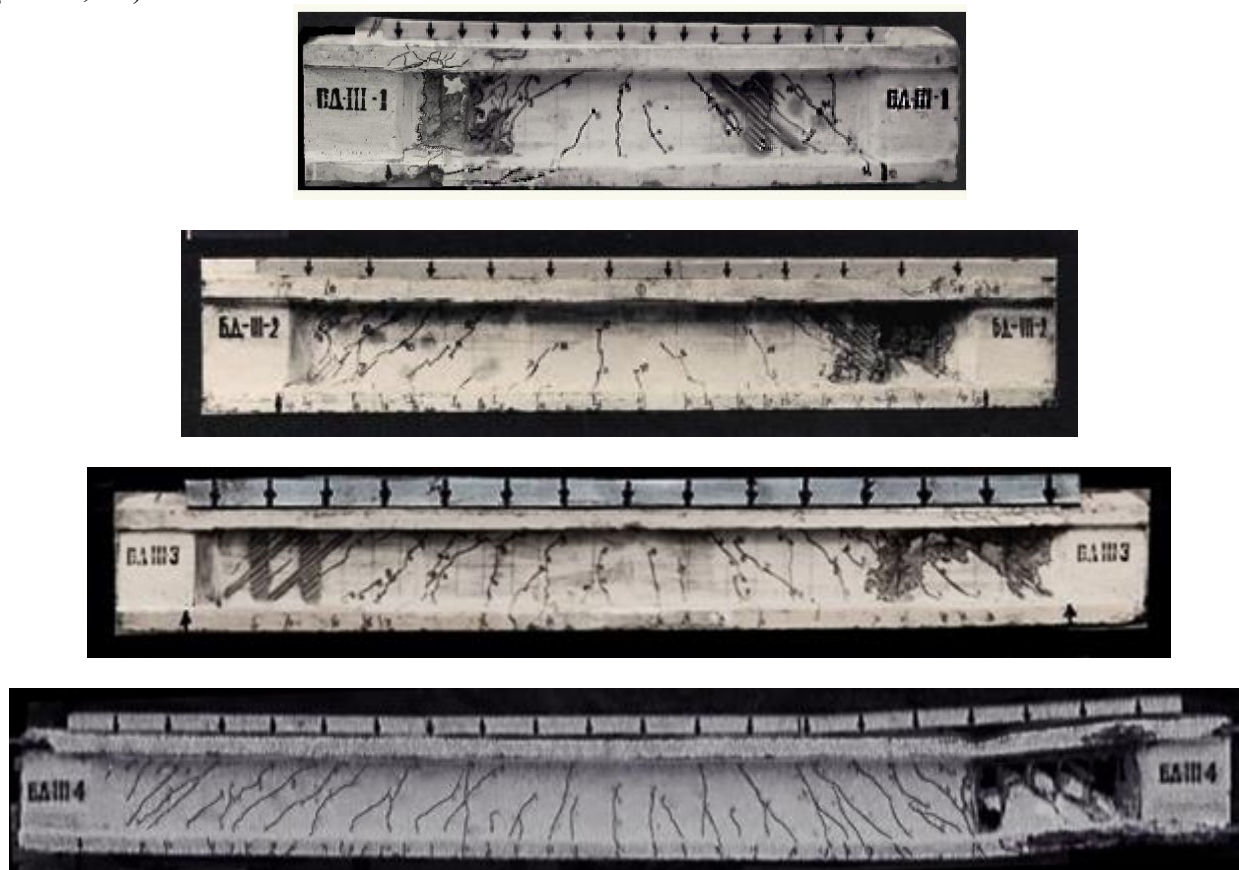


Рисунок 2. Опытные образцы балок после испытания.

Как видно из рис.3 и табл.1, с уменьшением длины балок с распределенной нагрузкой от  $10h_0$  до  $4h_0$ , относительная прочность стенки увеличивается примерно на 30%. Прочность образцов при распределенной нагрузке на 25÷50% выше прочности аналогичных балок с таким же поперечным армированием  $\mu_{sw} = 1,5\%$ , испытанных при действии сосредоточенных сил.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что характер нагрузки (распределенная или сосредоточенная) оказывает существенное влияние на прочность стенки двутавровых железобетонных балок.

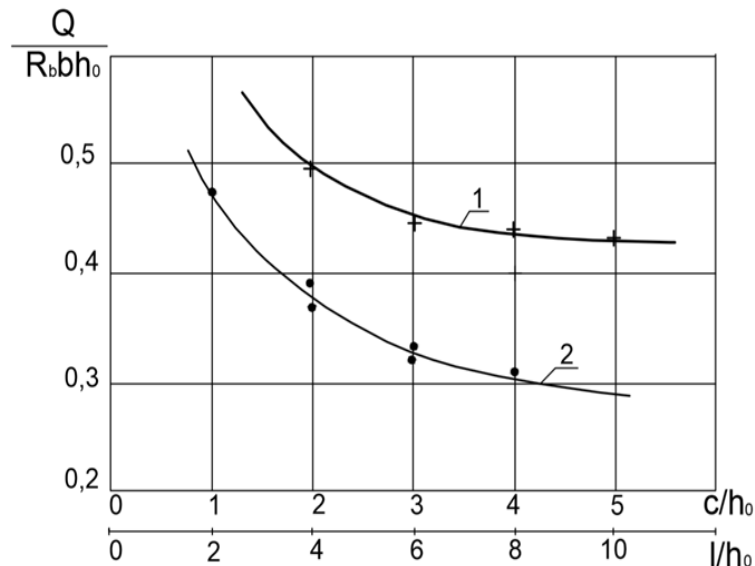


Рисунок 3. Зависимость относительной прочности стенки от длины балок с распределенной нагрузкой (1) и длины зоны среза балок с сосредоточенной нагрузкой (2)

\*\*\*

1. Маилян Р.Л., Алиев Г.С., Залесов А.С. Прочность бетона стенок двутавровых балок между наклонными трещинами // Бетон и железобетон. – 1980. – №5. – С.36-38.
2. Leonhardt F. und Walter R. Beiträge zur Behandlung der Schubprobleme im Stahlbetonbau. In.: "Beton und Stahlbetonbau". 1983, Heft 8.
3. Абдуллаев А.Р., Ахмедова Р.К., Селимханов Д.Н. Экспериментальные исследования зависимости прочности стенок двутавровых железобетонных балок от длины зоны среза и пролета // Теория и практика актуальных исследований: сб. науч. трудов по мат. XV -Междунар.науч.-практ. конференции. – Краснодар: НИЦ "Априори", 2016. – С.184-190.

**Артемов П.И., Исламов О.**

**Современное состояние водопропускных гидротехнических сооружений на канале Р-1 Райгородской оросительно-обводнительной системы**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»  
(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-324

**Аннотация**

В статье рассматривается эксплуатация водопропускных сооружений оросительного канала Р-1 Райгородской оросительно-обводнительной системы, требования к ним, рассмотрены технологические и конструктивные решения по их модернизации.

**Ключевые слова:** оросительный канал, водовыпуск, водопропускные сооружения, перегородивающее сооружение.

**Abstract**

The article discusses the operation of culverts of the R-1 irrigation canal of the Raigorod irrigation and watering system, the requirements for them, and considers technological and design solutions for their modernization.

**Keywords:** irrigation canal, outlet, culverts, partitioning structure.

В настоящее время на оросительных каналах мелиоративных систем имеется большое количество водопропускных сооружений (дюкеры, акведуки, лотки, гидротехнические туннели), которые находятся в эксплуатации более 50 лет, многие из которых находятся в неудовлетворительном техническом состоянии и требуют проведения капитального ремонта или реконструкции. Это связано с неправильным обслуживанием, неудовлетворительной

системой эксплуатации (несвоевременным проведением текущих и капитальных ремонтов), отсутствием документации по эксплуатации.

В процессе эксплуатации таких сооружений необходимо проводить инструментальные и визуальные обследования, осуществлять очистку входной и выходной части водопропускных сооружений от мусора, откосов - от камыша и деревьев, производить ремонт деформационных швов, все это будет способствовать увеличению пропускной способности и значительному изменению условий работы сооружения в целом.

Водопропускными называются такие гидротехнические сооружения, с помощью которых вода транспортируется к месту назначения и преодолевает встречающиеся на пути препятствия без значительной разности уровней подводящего и отводящего каналов.

Нами были произведены исследования водопропускных сооружений на оросительном канале Р-1 Райгородской оросительно-обводнительной системы Волгоградской области.

В связи с длительной эксплуатацией сооружений они приходят в изношенное состояние. Большинство сооружений, порядка 80%, на мелиоративных системах Волгоградской области требуют ремонта и реконструкции.

Нами были проведены исследования на канале Р-1, на пикетах ПК121+44 и ПК216+47. В первом случае было изучено состояние перегораживающего сооружения на канале, во втором случае шахтный перепад.

Перегораживающее сооружение ПК121+44 канала Р-1 расчётным расходом 10 м<sup>3</sup>/с состоит из трёх железобетонных водопропускных труб диаметром 1,5 м, длиной 7 м каждая. В верхнем бьефе сооружения установлены 3 затвора плоских (рамы 2 х 3 м – 3 шт., щиты 2 х 1,5 м).

В результате обследования было принято необходимо заменить три существующих затвора с рамами на затворы ПС 150-150 по серии 3.820.2-37 с ручными винтовыми подъёмниками типа 2,5В. Необходима реконструкция железобетонного крепления верхнего и нижнего бьефов сооружения.

Существующее бетонное крепление демонтируется и вместо него устраивается крепление армированным монолитным бетоном (арматура  $\varnothing 10$  А500с с шагом 200мм) класса В25, F150, толщиной 200мм по дну и 100мм по откосам канала. Монолитное железобетонное крепление устраивается по бетонной подготовке толщиной 50 мм, устраиваемой по слою щебня, толщиной 100мм.

Согласно выводам и рекомендациям заключения о техническом состоянии строительных конструкций комплекса линейных объектов с гидротехническими сооружениями канала Р-1 Райгородской оросительно-обводнительной системы в Светлоярском районе Волгоградской области. шахтный перепад расчётным расходом 4 м<sup>3</sup>/с подлежит демонтажу и строительству на его месте нового сооружения.

Необходимо устройство монолитного железобетонного шахтного перепада в виде колодца внутренними размерами 2 х 1,6 м высотой 4,77 м. Колодец должен быть выполнен из бетона класса В25, F150, со стенками толщиной 200мм, армированными арматурными в двух уровнях арматурой  $\varnothing 12$  А500с с шагом 200мм в обоих направлениях.

Под колодцем предусмотрено устройство фундаментной плиты толщиной 300 мм из бетона класса В25, F150 армированного в 2-х уровнях арматурой  $\varnothing 12$  А500с с шагом 200мм. На входе воды в колодец у его верхнего отверстия необходима установка оголовка с ныряющими стенками ОН-14 и установка затвора ПС 150-150 по серии 3.820.2-37 с ручными винтовыми подъёмниками типа 2,5В. От нижней части колодца отходит прямоугольная водопропускная труба сечением 2х1.5 м из железобетонных труб ПТ-15-20 по серии 3.820-14 общей длиной 18 м. Трубы укладываются на бетонную подготовку из бетона В 7,5 толщиной 100 мм, выполненную по слою щебня фр.20-40 толщиной 100 мм.

Монолитное железобетонное крепление устраивается по бетонной подготовке толщиной 50 мм, устраиваемой по слою щебня, толщиной 100мм. Предусматривается установка шести гасителей Т-6 при устройстве крепления нижнего бьефа сооружения. В конце крепления

устраивается упорный зуб из камня М600 d 150-250 мм. Все металлические конструкции окрашиваются эмалью ХС-759 по грунтовке ХС-059.

Рекомендованные мероприятия позволят восстановить эксплуатационное состояние мелиоративной системы, что позволит улучшить ее эксплуатационную надежность.

\*\*\*

1. Гидротехнические сооружения/Н.П. Розанов, Я.В. Бочкарев, В.С. Лапшенков и др.; Под ред. Н.П. Розанова. — М.: Агропромиздат, 1985. — 432 с.
2. Сарпинская оросительно-обводнительная система на территориях Волгоградской, Астраханской областях и Республики Калмыкия, ее геоэкологические и гидротехнические проблемы и пути их решения / А. А. Сухов, Д. П. Арьков, Д. Н. Никифорова, К. А. Ляшенко // Вестник мелиоративной науки. 2021. № 2. С. 28–32.

**Глазков Ю.Е., Гришин Д.В., Глазков В.Ю.**

**Анализ проблемы повышения энергоэффективности автомобильного транспорта**

*Тамбовский государственный технический университет  
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-325

#### **Аннотация**

В статье обосновывается снижение зависимости от углеводородных энергоносителей, необходимость рационального использования энергии. Возникновение проблемы обусловлено ограниченным запасом полезных ископаемых, ценовыми колебаниями на рынке нефтепродуктов и негативным воздействием на окружающую среду продуктов сгорания топлива.

В автомобильной отрасли предлагается решение данной проблемы за счет снижения затрат топлива для традиционных видов транспорта и использования альтернативных источников энергии.

**Ключевые слова:** гибридный автомобиль, энергоэффективность, альтернативные виды топлива, электромобиль.

#### **Abstract**

The article substantiates the reduction of dependence on hydrocarbon energy carriers, the need for rational use of energy. The problem arises due to the limited supply of minerals, price fluctuations in the market of petroleum products and the negative impact on the environment of fuel combustion products.

In the automotive industry, a solution to this problem is proposed by reducing fuel costs for traditional modes of transport and using alternative energy sources.

**Keywords:** hybrid car, energy efficiency, alternative fuels, electric car.

В настоящее время перед общемировым сообществом возник вопрос повышения энергоэффективности жизни во всех ее сферах деятельности. Этот аспект коснулся и автомобильного транспорта. Энергоэффективность доминирует на всех этапах создания автомобиля: на стадиях проектирования, изготовления и дальнейшей эксплуатации. Анализ этого процесса демонстрирует основные пути повышения энергоэффективности транспортных средств, которые реализуются благодаря новым технологиям: использованию новейших материалов, внедрению новейших систем управления, а также применению альтернативных источников энергии. Названные подходы тесно связаны между собой. Имплементация новых технологических решений требует изменения подходов к использованию материалов и способов управления процессами при эксплуатации автомобиля. Разработка и внедрение новейших систем управления процессами позволяет экономить энергию в автомобильных системах и направлять ее на повышение уровня энергоэффективности.

Самыми распространенными способами экономии энергии в системе автомобиля является соответствующее управление режимами работы ДВС, оптимальное управление

распределением потоков энергии, получение рекуперативной энергии, использование альтернативных источников энергии [1]. Если системы управления ДВС эксплуатируются уже значительное время и достигли края своих возможностей, то использование альтернативных источников энергии и рекуперация механической энергии движения только начинают доказывать свою эффективность, и потенциал таких систем с каждым годом только увеличивается.

Необходимость внедрения транспортных средств на альтернативных видах топлива в массовое использование продиктовано мировыми тенденциями в области энергосбережения и рационального использования энергоресурсов [2]. Первым поколением современных автомобилей, которые соответствовали критериям энергоэффективности и экологичности, являются гибридные автомобили. Этот тип автомобилей сочетает свойства автомобилей с ДВС и электромобилей. Компании Honda и Toyota в 1995 году представили прототипы новых гибридных автомобилей.

Первый серийный гибридный автомобиль Toyota Prius был спущен с конвейера в декабре 1997 года. С того момента направление экономических и экологических автомобилей достигло значительного развития. В 2003 году был выпущен гибрид Toyota Prius II, который при ДВС объемом 1493 см<sup>3</sup> имел топливные расходы в пределах 3,5 л/100 км. Вслед за Toyota ведущие автопроизводители начали серийный выпуск гибридных автомобилей. Появились спортивные гибридные автомобили, кроссоверы, внедорожники, грузовики.

Полный отказ от ДВС стал следующим шагом в развитии энергосберегающего и экологического транспорта. Продолжая разработки гибридов, автопроизводители начали искать решение с целью выпуска серийных электромобилей. Компанией Mitsubishi был создан серийный электромобиль Mitsubishi M-iEV.

Крупные фирмы производители автомобилей пытаются создать электромобиль классической компоновки. Этой цели пытались достичь все, но наиболее удачным стал электромобиль Nissan Leaf, который стал автомобилем 2011 года. Этот электромобиль класса «С» имеет полноценный кузов «хэтчбек» и отвечает всем требованиям современного комфортного и экологичного автомобиля.

Электромобиль избегает двух главнейших пороков автомобиля с ДВС: использование нефтепродуктов в качестве топлива и загрязнения окружающей среды. Относительно гибридов электромобиль более экономичный при их сравнительно одинаковой стоимости; более простой в конструкции за счет отсутствия сложной кинематической схемы согласования электродвижущей подсистемы, ДВС и системы управления; к тому же электромобиль экологичнее за счет нулевого уровня выброса вредных веществ.

Перспективность разработки именно электромобилей признает весь мир. Значительную ставку на этот тип автомобилей делают правительства всех развитых стран. Например, в Германии правительство предоставляет значительные налоговые льготы для автопроизводителей, которые ведут разработки в этом направлении, а владельцам электромобилей компенсирует до 30% стоимости электромобиля.

В Европе строится разветвленная инфраструктура по внедрению и обслуживанию электромобилей в повседневную жизнь. Более того, в некоторых городах службы такси и доставки начинают переходить на электромобили. Электромобиль пытается занять нишу городского автомобиля. Но по сравнению с автомобилем на ДВС или гибридным автомобилем запас хода ограничивает применение электромобилей пределами городов. Одно из направлений в решении данной проблемы создание более емких и мощных источников питания. Но даже если создать источник электроэнергии по емкости, массе и габаритам эквивалентный полному баку горючего, то в этом случае будет актуальным вопрос максимальной эффективности затрат энергетических ресурсов, чего можно достичь путем рекуперации энергии.

Любой автомобиль имеет источник рекуперационной энергии. На сегодняшний день наиболее распространенным является рекуперация энергии торможения автомобиля, если электродвигатель включен в трансмиссии, работает как генератор и возвращает энергию

аккумулятору (рис. 1). Названный способ помогает значительно увеличить энергоёмкость систем автомобиля.

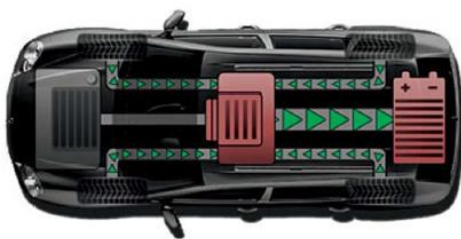
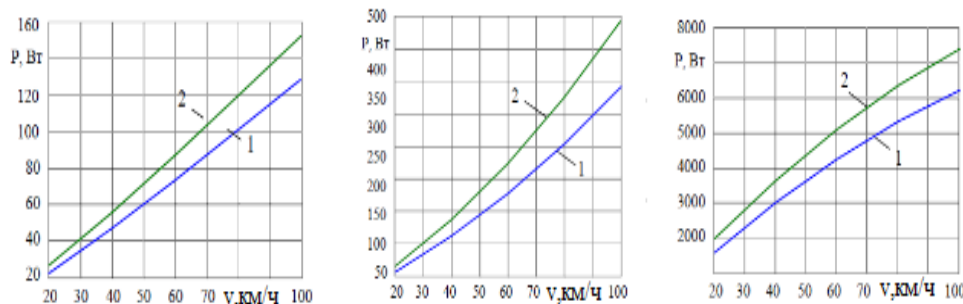


Рисунок 1. Схема системы рекуперации тормозных сил для автомобиля Porsche 911.

Но энергия торможения – не единственный источник рекуперационной энергии. При движении автомобиля по дорожной поверхности значительная энергия превращается в колебания подрессоренной и недрессоренной масс. Эта энергия рассеивается в упругих и демпфирующих элементах подвески.

Было проведено исследование зависимости величины мощности рассеиваемой в элементах подвески массогабаритных параметров электромобиля, скорости движения и характера дорожной поверхности на примере электромобиля Think City.

Энергия, которая рассеивается в элементах подвески, достигает значительных величин. Величина зависит от скорости транспортного средства, массы и параметров дорожного покрытия. Эта величина может принимать значения 5 кВт, при движении со скоростью 60 км/ч по брусчатке. Такой режим передвижения редко когда применяется, но, например, при движении по плохому асфальтовому покрытию со скоростью 60 км/ч, рассеивается до 250 Вт. Зависимость рассеиваемой амортизаторами энергии от типа дорожного покрытия представлена на рис. 2. Для электромобиля это довольно значительная величина.



а - цементно-бетонное покрытие, б - асфальт в плохом состоянии, в - брусчатка  
1 - автомобиль без пассажиров, 2 - автомобиль с пассажирами

Рисунок 2. Зависимость рассеиваемой амортизаторами энергии от типа дорожного покрытия.

Если провести такой расчёт для грузовика, то цифра достигает 10-15 кВт для скорости 80 км/ч при движении по дороге асфальто-бетонным покрытием. Следовательно, при вертикальных колебаниях рассеивается значительное количество энергии, которую можно было бы рекуперировать в электрическую энергию и вернуть к бортовой сети. Итак, если рекуперировать эту энергию к бортовой сети электромобиля, то можно повысить запас его хода.

Кроме рекуперации, существует второй аспект увеличения энергоэффективности автомобиля, благодаря подвеске. Как известно [3], расходы топлива (для автомобиля с традиционным ДВС и гибридной установкой) зависят от параметров автомобиля и условий движения во время эксплуатации.

Важным эксплуатационным показателем является средняя техническая скорость автомобиля. При движении по дороге с покрытием плохого качества, водитель вынужден снижать скорость из-за увеличения уровня вертикальных ускорений, чтобы избежать потери управления или выхода из строя автомобиля. При уменьшении скорости ДВС начинает работать в режиме с меньшей топливной экономичностью, вследствие этого затраты топлива



возрастают. То есть, можно проследить прямую связь между колебаниями подвески и затратами топлива.

Содержание оптимального режима работы ДВС, независимо от состояния дорожного покрытия путем удержания скоростного режима, можно достичь благодаря управлению подвеской. В результате можно сказать, что современная подвеска, с точки зрения энергозатрат, должна иметь два свойства: быть управляемой и энергоэффективной.

Таким образом, будущее автомобильного транспорта связано с широким использованием электрической энергии для обеспечения рабочих процессов автомобиля и управления ими с применением современной микропроцессорной техники.

\*\*\*

1. Хольшев Н.В., Пешков Д.А. Анализ факторов, влияющих на топливную экономичность автомобильного транспортного средства/ Инновационные научные исследования: теория, методология, тенденции развития. - Уфа.: 2020. С. 27-31.
2. Глазков, Ю. Е. Анализ особенностей эксплуатации двигателей транспортных средств на различных видах биотоплива / Ю. Е. Глазков, М. М. Глазкова // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 67-2. – С. 27-30.
3. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). Ч. 1. / Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. – Харьков: ХНАДУ, 1998. – 255 с.

**Горшков А. О., Давыдов А. А.**

**Способы построения системы автоматического проектирования последовательности обработки детали на металлорежущих станках**

*Дальневосточный Федеральный университет  
(Россия, Владивосток)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-326

**Аннотация**

Статья носит обзорный характер. В работе рассматривается проблема отсутствия системы автоматического проектирования технологических процессов. Упоминается ряд проблем, обусловленных использованием существующих систем автоматизации управления ресурсами сложных производств и рассматриваются возможные способы их разрешения.

**Ключевые слова:** технологический процесс, обработка деталей, металлорежущие станки, машиностроительное производство, алгоритм, ЭВМ, автоматизированная система.

**Abstract**

The article is of a review nature. The problem of the existence of an automatic process control system is changing in the work. Also mentioned are a number of problems associated with the use of a short-term equipment control system for complex industries.

**Keywords:** technological process, parts processing, machine tools, engineering production, algorithm, computer, automated system.

Современное машиностроительное производство является многономенклатурным, с частой сменой выпускаемых изделий, их повышенной конструктивной сложностью, большим числом оригинальных и уникальных конструкторских решений, реализация которых сопровождается высокими требованиями к качеству, надежности и ресурсу изделий. Повышение конструктивной сложности, качества изделий, быстрое их обновление наблюдается повсеместно во всех машиностроительных областях [1].

На данный момент широко применяются электронно-вычислительные машины (ЭВМ), которые нашли применение в системах автоматизированного проектирования (САПР). При автоматизированном проектировании технологические процессы разрабатываются в результате взаимодействия человека с ЭВМ, а именно с подсистемой автоматизации технологического проектирования САПР ТП. Наибольший же эффект наблюдается при совместном

использовании САПР ТП и подсистемы автоматизированного конструирования (САПР К). С помощью этих систем специалисты осуществляют принятие решений по шаблонам, имеющимся в базе данных САПР.

Благодаря автоматизированным системам специалисты проводят расчеты режимов резания, припусков обработки, погрешностей обработки, выбор заготовок, оборудования, режущего и мерительного инструмента и т. д.

Внедрение систем автоматизированного проектирования способствует повышению производительности отраслей промышленности за счёт упрощения определения вышеуказанных параметров, однако основная часть нетворческой работы до сих пор выполняется практически вручную. Применяемые на сегодняшний день системы автоматизированного проектирования технологических процессов являются не более чем инструментом выбора типовых операций или процессов из специализированной базы данных [2].

Использование существующих систем автоматизации управления ресурсами сложных производств обусловлено наличием ряда проблем, которые связаны с несвязностью и несогласованностью организационного взаимодействия подразделений и служб; сложностью, а порой и невозможностью обеспечения взаимосвязи CAD, PLM и ERP систем; отсутствием формальных методов для автоматизации подготовки технологических процессов; корректного производственного планирования при изменении выпускаемой продукции. Также одной из предполагаемых проблем при проектировании технологического процесса является использование классической геометрии идеальных тел, которых в реальном мире не существует.

Совокупность вышеуказанных проблем не позволяет осуществить автоматическое решение главных задач проектирования технологического процесса обработки, а именно выбор методов обработки заготовки, обеспечение геометрической формы всех поверхностей, а также обеспечение их взаимного расположения. Именно поэтому исследователи из разных стран выделяют различные пути решения поставленной проблемы.

Ференц Деак, Андраш Ковач, Йожеф Ванча и Тадеуш Добровецкий в своей работе [5] исследовали традиционные разработки САПР и использовали иерархический подход для её оптимизации и проектированию технологических процессов. Разработанные системы планирования сначала формировали ряд оптимальных установок, а затем проводили упорядочивание операций относительно полученного ранее плана установки. Выбор осуществляется на анализе автоматизированной проверки столкновений геометрий твердотельных моделей (инструментов, приспособлений, деталей), которые, по мнению авторов, образованы сочетанием примитивных тел простой формы (цилиндр и «коробка»).

Работа [6] направлена на рассмотрение проблемы уточнения пути обработки детали посредством использования системы «Route Market». Эта система служит некоторой платформой, которая предоставляет услуги по рекомендации оптимального маршрута обработки в зависимости от данных о предприятии, связывая заказчика и некоторую группу изготовителей малых и средних предприятий (МСП). Заказчик излагает свои предпочтения, а МСП приводят рекомендуемые маршруты обработки и их оценку в некоторой системе.

Несмотря на то, что данная система упрощает процесс составления технологических процессов изготовления продукции, основная часть работы выполняется высококвалифицированным персоналом, что затруднит процесс автоматизации. Однако стоит отметить, что фиксация решений, принятых такими специалистами, занесение их в некоторую базу данных и систематизация вышеуказанных решений позволит реализовать некоторую «базу», основу для создания машины, осуществляющей принятие решений и самостоятельное «обучение» на имеющихся данных.

В работе [7] исследователей Эйдзи Морианага, Наттапум Чароенларпкул, Хидэфуми Вакамацу, Эйджи Арай представлена разработка набора гибких методов САПР, в которой рассматривается планирование процесса фрезерной обработки для нескольких типов продукции с использованием некоторого количества станков. Для достижения возможности

рассмотрения процессов обработки нескольких изделий на некотором количестве оборудования была применена интеграция САПР и системой Планирования производства (ПП). Гибкий метод черного фрезерования состоит из четырех этапов: 1) декомпозиция общего объема удаления; 2) определение последовательности обработки каждого возможного варианта декомпозиции; 3) выбор инструмента, определение режимов резания и т. д.; 4) выбор оптимального варианта на основании достижения кратчайшего времени обработки. В результате вычислений предоставляются оптимальные планы обработки, инструмент, рекомендуемые показатели резания, маршруты обработки, Диаграмма Ганта.

Вышерассмотренная разработка может послужить в дальнейшем для создания примитивных систем проектирования технологических процессов, однако для её развития стоит уделить внимание тому, что в моделях используются объекты с «идеальной» формой поверхностей, которых на данный момент в реальном мире невозможно получить. При принятии этого фактора во внимание существует возможность реализации такой системы, которая была бы наделена способностью самостоятельного принятия решений и корректировок своих действий для разрешения не только элементарных задач, но и достижения выполнения многосоставных и ответственных целей.

Работы [8, 9] посвящены исследованиям вопросов, связанных с интеграцией CAD, САПР и САМ систем. В первом исследовании интеграция осуществляется благодаря STEP, который обеспечивает возможность обмена информации между рассматриваемыми системами. Вторая же статья рассматривает основанную на знаниях (базе знаний, сформированной благодаря опыту и знаниям инженеров-специалистов) систему интеграции. Рассматриваемая система основана на программном обеспечении UG/API. Архитектурная схема работы представлена на рисунке 1. Кроме этого, в работах также выделяется важность интегрирования полученных систем с системами управления жизненными циклами продукции (PLM) и планирования ресурсов предприятия (ERP).

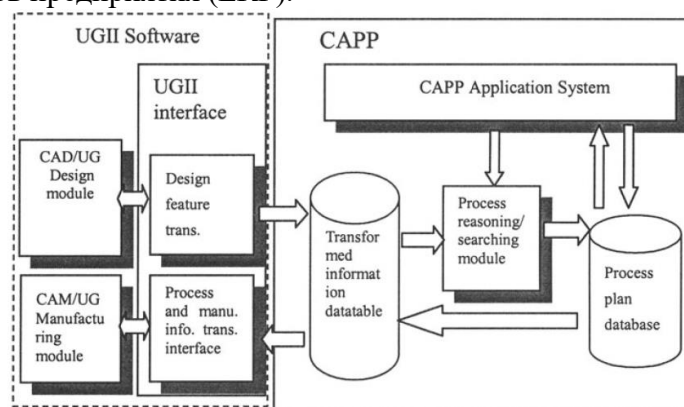


Рисунок 1. Архитектура интеграции CAD/CAM/CAPP.

Подробнее была рассмотрена работа отечественных исследователей Игнатъев Ф. Ю., Колесникова О. В., Лелюхин В. Е., в которой представлено исследование условий сходимости алгоритма последовательности обработки деталей [3].

На рисунке 2 представлена рассматриваемая деталь, которая представляет из себя куб с цилиндрическим отверстием с обозначенными поверхностями в трехмерной системе координат. Для достоверного описания алгоритма последовательной обработки детали изначально необходимо отобразить положение каждой поверхности в трехмерном пространстве в виде шестимерного вектора с указанием фиксируемых степеней свободы  $\{X1, Y1, Z1, X\alpha, Y\alpha, Z\alpha\}$ , используя геометрию неидеальных объектов В. Е. Лелюхина и О. В. Колесниковой [4].

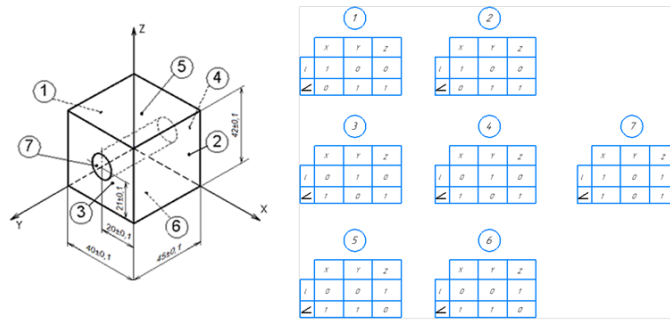


Рисунок 2. Конфигурация объекта с обозначением поверхностей, нанесенными размерами и положение поверхностей в трехмерном пространстве.

Следующим шагом будет построение графов размерных связей для всех направлений. Следует заметить, что в данном случае ни одну из поверхностей нельзя использовать в качестве исходных баз, так как все поверхности являются необработанными. Следовательно, необходимо добавить дополнительные черновые поверхности 2Ч, 3Ч, 5Ч, которые условно параллельны плоскостям 2, 3, 5 и связанные размерами с поверхностями 1, 4, 6. Тогда графы размерных связей примут вид, который изображен на рисунке 3.

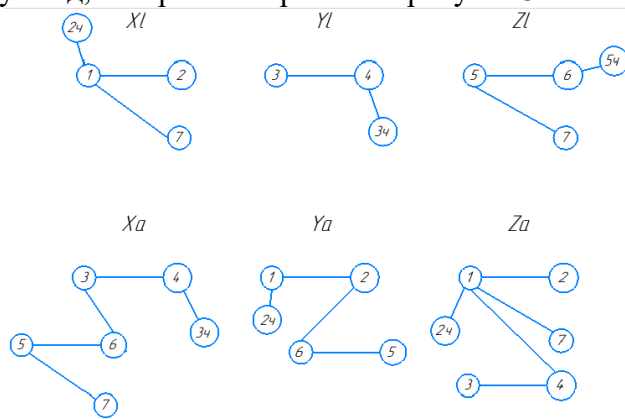


Рисунок 3. Графы размерных связей с использованием черновых поверхностей.

Для реализации алгоритма строится блочная матрица, состоящая из шестимерных векторов, описывающих положение и взаимосвязи поверхностей детали. Матрица состоит из верхней и нижней частей. Нижняя часть представляет собой квадратную матрицу размерностью  $n \times n$ , где  $n$  – число поверхностей, которые нужно обработать, а верхняя часть содержит существующие поверхности. На первом шаге алгоритма в качестве существующих выступают «черновые» поверхности заготовки. Начальная и конечная матрицы последовательной обработки представлены на рисунке 4.

		1	2	3	4	5	6	7						
Реальные стороны	2ч	1	0	0										
	3ч	1	1	1										
	5ч				0	1	0							
Обрабатываемые стороны	1	1	0	0	1	0	0	0		1	0	0		
		0	1	1	0	1	1			0	0	1		
	2	1	0	0	1	0	0	0		0	0	0		
		0	1	1	0	1	1			0	1	0		
	3				0	1	0	0	1	0				
					1	0	1	1	0	1				
	4	0	0	0		0	1	0	0	1	0			
	0	0	1		1	0	1	1	0	1				
5								0	0	1	0	0	1	
								1	1	0	1	1	0	0
6				0	0	0	0	0	0	0	0	1		
				0	1	0	1	0	0	1	1	0		
7	1	0	0					0	0	1		1	0	1
	0	0	1					1	0	0		1	0	1
Реальные стороны	2ч													
	3ч													
	5ч													
	1	1	1	0	0									
	0	0	1											
2														
4														
3														
6														
5	0	0	0	1										
	1	0	0											
7	1	0	1											
	1	0	1											
Образ багги														

Рисунок 4. Начальная и конечная матрицы смежности.

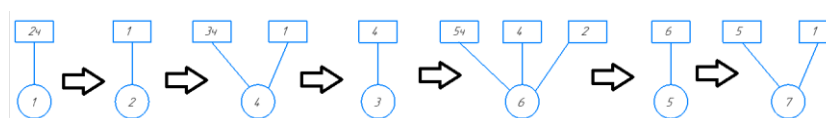


Рисунок 5. Путь обработки.

Данный алгоритм позволяет определить не только последовательность порождения геометрической конфигурации детали, но и определить поверхности изделия, выступающие в качестве баз. Однако стоит заметить, что рассматриваемый алгоритм не всегда приводит к нужному результату, а также, в представленной версии, представляет затрудненность осуществления при анализе сложных объектов с большим количеством ограничивающих поверхностей.

Таким образом, подводя итоги всего выше сказанного, можно сделать вывод, что проблема отсутствия автоматических систем проектирования технологических процессов актуальна во всем мире. Исследователи из разных стран стремятся разработать систему автоматического проектирования технологических процессов, используя при этом различные подходы и методики. В настоящее время производственный процесс так или иначе оптимизирован, однако планирование процесса по-прежнему требует большой работы высококвалифицированного персонала. Таким образом, процесс проектирования является достаточно «слабым местом» современного производства.

\*\*\*

1. Аверченков В. И. Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб. пособие для вузов [электронный ресурс] / В. И. Аверченков, Ю. М. Казаков. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2011. – 229 с.
2. Цициашвили Г. Ш., Осипова М. А., Колесникова О. В., Лелюхин В. Е. Формальная интерпретация задачи поиска технологических баз и синтеза последовательности обработки поверхности детали // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2019. №4.
3. Игнатъев Ф. Ю., Колесникова О. В., Лелюхин В. Е. Исследование сходимости алгоритма автоматического проектирования технологического процесса механической обработки // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре Государственного технического университета. – 2021. – № 5 (53). С 30–37. DOI: 10.17084/20764359-2021-53-30.
4. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В., Игнатъев Ф.Ю. Исследование влияния структуры размерных связей на возможность обработки детали. // В сб. МНПК «Актуальные вопросы современной науки»: - Владивосток: ДВЦИТ, апрель 2018., с.3-27. ISBN 978-5-9907644-9-1.
5. Ferenc Deak, Andras Kovacs, Jozsef Vancza, Tadeusz Dobrowiecki. HIERARCHICAL KNOWLEDGE-BASED PROCESS PLANNING IN MANUFACTURING. IFIP International Federation for Information Processing, Springer International Publishing, 2002, DOI 10.1007/978-0-387-35492-7\_50.
6. Keisuke Beppu, Hajime Mizuyama, Tomomi Nonaka. Collaborative Process Planning on Route Market Platform. IFIP International Federation for Information Processing, Springer International Publishing AG, 2017, 514, pp. 49–56.
7. Eiji Morinaga, Nattapoom Charoenlarpkul, Hidefumi Wakamatsu, Eiji Arai. An Improved Computer-Aided Process Planning Method Considering Production Scheduling. IFIP International Federation for Information Processing, Springer International Publishing AG, 2016, 488, pp. 178–186.
8. G.L. Kovács and D. Kochan (Eds.): NEW PROLAMAT 2013. CAPP Model for Prismatic Parts in Digital Manufacturing. IFIP International Federation for Information Processing, Springer International Publishing AICT, 2011, 411, pp. 190–204.
9. Kesheng Wang, Meng Tang, Yi Wang, Leif Estensen. Knowledge-Based CAD/CAPP/CAM Integration System for Manufacturing. IFIP International Federation for Information Processing, Springer International Publishing, 2002, DOI 10.1007/978-0-387-35492-7\_50.

**Гришин Р.С., Андреева Е.А.**

**Альтернативный способ увеличения пропускной способности магистрального нефтепровода**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-327

#### **Аннотация**

В современном мире доля запасов лёгкой нефти истощается и на замену ей приходит нефть с высоким содержанием тяжелых компонентов. Добыча и транспорт данной нефти сложный технологический процесс. Во время него происходит существенное загрязнение как

технологических трубопроводов, так и трубопроводов магистрального транспорта. В данной работе предложена альтернатива транспорта высоковязкой нефти, которая заключается в извлечении твердых составляющих перед отправкой в магистраль.

**Ключевые слова:** асфальтосмолопарафиновые отложения, высоковязкая нефть, деасфальтизация, нефть, транспорт и переработка, нефтеперекачивающая станция.

### Abstract

In the modern world, the share of light oil reserves is being depleted and oil with a high content of heavy components is coming to replace it. Extraction and transportation of this oil is a complex technological process. During it, there is a significant contamination of both technological pipelines and pipelines of trunk transport. In this paper, an alternative to the transport of high-viscosity oil is proposed, which consists in the extraction of solid components before being sent to the highway.

**Keywords:** asphalt-resin-paraffin deposits, high-viscosity oil, de-asphalting, oil, transportation and processing, oil pumping station.

Для экономического развития России и топливно-энергетического комплекса важное значение имеет система трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. Использование системы магистральных трубопроводов позволяет снизить транспортные издержки, что становится причиной увеличения загрузки магистрального нефтепровода.

Проблема образования асфальтосмолопарафиновых отложений и борьба с ними приобретает всё более серьёзные масштабы в связи с увеличением объёмов добычи высоковязкой нефти (ВВН), но до сих пор все силы и средства направлены на то, чтобы любыми способами снизить вязкость и доставить ВВН со всеми её составляющими на нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) [1]. В настоящее время, при попадании ВВН на заводы, НПЗ несут большие потери, связанные с дезактивацией дорогостоящих катализаторов, высокотемпературной коррозией оборудования и снижением качества продукции. Для выхода из этой ситуации, предлагается альтернативный способ, установка пункта деасфальтизации нефти между добывающим предприятием и транспортирующей компанией.

В связи с этим в таблицу 1 «Типы нефти» следует внести долю содержания асфальтосмолистых составляющих в товарной нефти до 1%, что приведет к необходимости уменьшить их содержание до заданных нормативных требований [2].

Для достижения поставленной цели предлагается на центральных пунктах сбора нефти (ЦПСН) нефтедобывающей организации, или на всех нефтеперекачивающих станциях магистральных нефтепроводов (МНП), где производится прием нефти от поставщиков создать комплексы по выделению и переработке АСО, что приведет к предотвращению попадания АС составляющих в линейную часть и резервуарные парки МНП [2].

Предлагаемая безотходная технология решает сразу несколько проблем. С точки зрения охраны окружающей среды, данный метод позволит осуществить переработку НШ на стадии подготовки нефти к транспортировке. С точки зрения экономики, потенциал увеличивается в ходе переработки НШ, т.к. извлекается 95-97% стратегически важных и ценных металлов, что увеличивает их добычу по сравнению с объемами, получаемыми в настоящее время. А также удается вернуть в производство часть утраченной нефти [3].

Таблица 1

## ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия.

Наименование параметра	Норма для нефти типа								
	0		1		2		3		4
1.Плотность, кг/м <sup>3</sup>									
20°	Не более 830,0		830,1-850,0		850,1-870,0		870,1- 895,0		Более 895,0
15°	Не более 833,7		833,8-853,6		853,7-873,5		873,6- 898,4		Более 898,4
2.Выход фракций, % об.									
200°	-	30	-	27	-	21	-	-	-
300°	-	52	-	47	-	42	-	-	-
3.Массовая доля парафина, %, не более	-	6	-	6	-	6	-	-	-
4. Массовая доля асфальтенов, %, не более	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Использование установки очистного комплекса позволяет не только проводить полную очистку нефти, но и извлекать твердый асфальтизат, который впоследствии может использоваться в строительстве дорог.

Для решения указанной межотраслевой проблемы необходимо внести изменения в законодательную, правовую и нормативную документацию, регулиющую процессы движения ВВН на рынке РФ. Прежде всего необходимо внести изменения в ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия» [4]. Также необходимо внести коррективы в федеральное законодательство о государственных закупках, систему ценообразования в дорожном строительстве.

В нефтесодержащем шламе ВВН находится широкий спектр цветных и редких металлов в высоких концентрациях. Так ВВН Мелекесской впадины содержит до 750 г ванадия на тонну нефти, что превышает стоимость самой нефти. К сожалению, в России при кондиционных концентрациях ванадия в нефти его добыча из нефти не налажена и возможность извлечения такого ценного стратегического материала практически пренебрегается, хотя получение металлов из нефти могло бы дать существенную прибыль «нефтяникам». Сейчас ванадий и никель теряются при сжигании нефтепродуктов, нанося большой ущерб окружающей среде и в целом российской экономике.

Одной из наиболее широких областей применения битумов и асфальтов является дорожное строительство. Он используется как добавка к связующим, повышая качество асфальтобетонной смеси. Второй областью по объему использования НШ в качестве сырья является изготовление строительных и теплоизоляционных материалов. Это повышает прочность, морозостойкость бетона и обеспечивает гидрофобность продуктов.

В настоящее время, при попадании ВВН на заводы, НПЗ несут большие потери, связанные с дезактивацией дорогостоящих катализаторов, высокотемпературной коррозией оборудования и снижением качества продукции [5].

Предлагаемое кардинальное решение - извлекать АС составляющую часть ВВН до попадания на объекты трубопроводного транспорта, что позволит решить множество накопившихся экологических, экономических, технических и других проблем.

Как было сказано, в процессе подготовки, транспорта и переработки нефти в большом количестве образуются НШ, и они лидируют по объему среди всех видов промышленных отходов. На сегодняшний день это очень острая экологическая и экономическая проблема. Примерно 0,5–0,7 % нефти теряется на всех стадиях технологического процесса в виде загрязнений в оборудовании и накапливается в виде отходов и НШ в специально отведенных местах. Подсчитано, что российские транспортирующие компании каждый год теряют примерно 3 млн. тонн от объема добытой нефти в виде НШ.

В настоящее время в нефтяных амбарах различных предприятий подготовки, транспорта и переработки нефти только по РФ накоплены сотни миллионов тонн токсичных НШ. Это

представляет реальную угрозу загрязнения почв, подземных вод, рек и морей в зонах складирования НШ. Существует и потенциальная опасность остановки некоторых НПЗ из-за фактического переполнения нефтяных амбаров НШ [2].

В зависимости от способа образования и физико-химического состава НШ подразделяются на несколько групп или видов. Буровые, образующиеся при бурении скважин буровыми растворами на углеводородной основе; технологические, образующиеся в трубопроводах и оборудовании в процессах подготовки, транспорта и переработки нефти; грунтовые, являющиеся продуктом соединения почвы и пролившейся на неё нефти (причиной этого может быть как технологический процесс, так и аварии) [3].

Предложенная технология приведет к значительному снижению количества вредных выбросов в окружающую среду в процессе использования продуктов нефтепереработки, а также уменьшит количество шламовых захоронений. Установка комплексов по выделению и переработке АС составляющих значительно снизит затраты: на оплату за негативное воздействие на окружающую среду; НПЗ на замену дорогостоящих катализаторов; предприятий МНП на проведение очистки трубопроводов и резервуаров.

\*\*\*

1. Ю.Д. Земенков и др. Сбор и подготовка нефти и газа. -Тюмень: Издательство, 2015, -160 с.
2. Данилова Е. Тяжелые нефти России //TheChemicalJournal. 2008. № 12.С. 34-37.
3. Д.Д. Васильченко, М.А. Истомова, СамГТУ, г. Самара. Выделение асфальтенов на месторождениях как способ снижения отложений на стенках трубопроводов. -2018
4. Яценко И.Г. Тяжелые ванадиевые нефти России // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 1. С. 105–111.
5. Бакиров Э.А., Ермолкин В.И., Ларин В.И., Мальцев А.К., Рожков Э.Л.Геология нефти и газа. Издание 2 // 1990

**Гришин Р.С., Андреева Е.А.**

**Рассмотрение путей решения проблем накопления и переработки нефтешламов**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-328

#### Аннотация

В настоящее время в нефтяных амбарах различных предприятий подготовки, транспорта и переработки нефти только по РФ накоплены сотни миллионов тонн токсичных нефтешламов. Это представляет реальную угрозу загрязнения окружающей среды. В статье предлагается разделять нефтешламы и отправлять, извлеченные из оборудования и нефтешламовых амбаров остатки на переработку с целью получения высококачественной асфальтобитумной продукции и металлов.

**Ключевые слова:** нефтешлам, загрязнение окружающей среды, технологические процессы, трехфазное разделение, процесс транспортировки.

#### Abstract

Currently, hundreds of millions of tons of toxic oil sludge have accumulated in the oil barns of various oil preparation, transport and refining enterprises in the Russian Federation alone. This poses a real threat of environmental pollution. The article proposes to separate the oil sludge and send the residues extracted from the equipment and oil sludge barns for processing in order to obtain high-quality asphalt products and metals.

**Keywords:** oil sludge, environmental pollution, technological processes, three-phase separation, transportation process.

Ежегодно в России добывают 540 млн тонн нефти. Образование нефтешлама в процессе транспортировки и при других технологических процессах добычи и переработки составляет около 5% от этого объема, т.е. 27 млн. тонн ежегодно [1]. На нефтетранспортирующий сектор



приходится 20-30% от количества этих образований, что в среднем составляет 6,5 млн. тонн нефтешламов. В связи с этим вопрос о переработке НШ является весьма актуальным.

Примерно 0,5–0,7 % нефти теряется на всех стадиях технологического процесса в виде загрязнений в оборудовании и накапливается в специально отведенных местах – нефтешламовых амбарах. От добываемой в год нефти на территории РФ, эти потери в денежном эквиваленте будут равны примерно 80 млрд. рублей.

Поэтому цель работы заключается в снижении ежегодно образующихся захоронений нефтешлама, что позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, а также даст возможность извлечения дополнительной выгоды путем переработки нефтешлама.

Предлагается разделять нефтешламы с целью выделения вторичного сырья и возврата в технологический процесс некоторой части утраченной вместе с нефтешламом нефти [2].

Сами же нефтешламы – это сложные физико-химические смеси, в которых наряду с асфальтенами и смолами, механическими примесями и минералами также находятся в большом количестве цветные и редкие металлы. В 2007 году на территории Самарской области образовалось около 30 тысяч тонн нефтешламов. Всего на тот момент на территории области было захоронено 350 тыс. тонн НШ. Переработке подверглось порядка 17,7 тысяч тонн [3]. Отсюда видно, что объемов по переработки НШ недостаточно, вследствие чего ежегодно количество НШ будет только расти (рисунок 1).

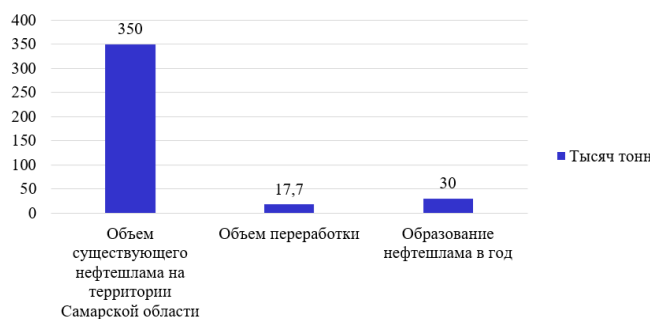


Рисунок 1. Объем нефтешлама на территории Самарской области.

На рисунке 2 показано, что если объемы переработки не будут увеличиваться, то к 2030 году общий объем захоронений НШ на территории Самарской области будет составлять около 600 тыс. тонн [1].

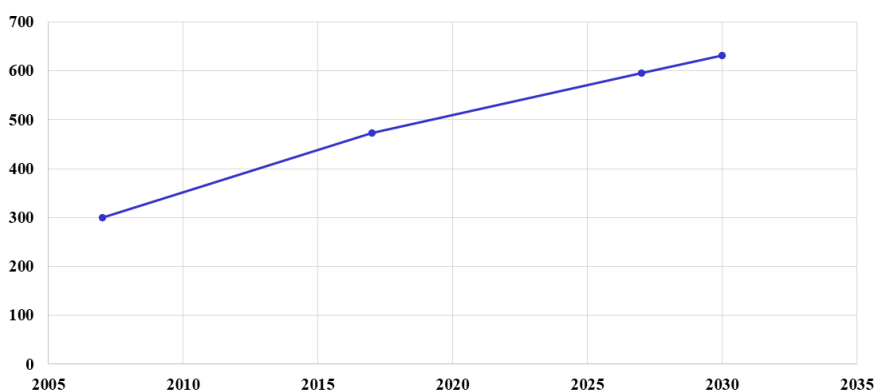


Рисунок 2. Ежегодный рост количества нефтешламовых захоронений на территории Самарской области.

На сегодняшний день самым распространённым и дешевым способом утилизации нефтешламов является их захоронение в нефтешламовых амбарах. С течением времени их количество только растет. Вследствие чего возникает вопрос о снижении объема этих захоронений [4].

Нефтешламы безусловно должны подвергаться разделению и переработке, но уже методами, которые позволят вывести отдельные составляющие нефтешламов в виде воды, нефти и твердого остатка, для использования в различных технологических целях и производствах [4]. Для этого предлагается внедрение установок, позволяющих разделять нефтешламы на три фазы. На трёхфазной центрифуге происходит разделение смеси на нефть,

воду и механические примеси [2]. Процесс разделения нефтешлама на центрифуге представлен на рисунке 3.

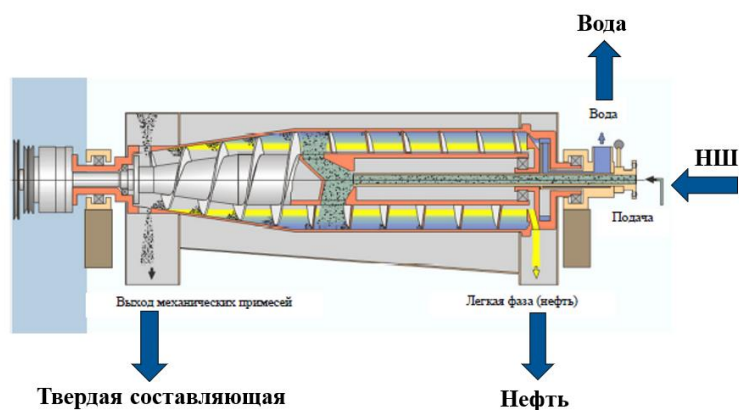


Рисунок 3. Метод трехфазного центрифугирования.

Технологический процесс начинается со сбора НШ в приемной емкости, его подогревом до необходимой температуры и подачи подогретой массы в трехфазную центрифугу, где и происходит физическое разделение предварительного подготовленного нефтешлама [2].

Полученную воду можно очищать и использовать в различных технологических процессах, нефть – отправлять на дальнейшую переработку. В механических примесях находится большое количество смол, асфальтенов и металлов. Основными областями применения НШ в качестве вторичного сырья выступают:

- дорожное строительство;
- производство строительных материалов;
- топливная индустрия и другие

Также добавление нефтешлама в состав смесей позволяет получать качественную продукцию, удовлетворяющую требованиям нормативных документов. Например, механические примеси шлама можно использовать в качестве наполнителя битума.

Причиной отсутствия комплексной переработки нефтешламов является наличие вопросов: как получить экономическую выгоду от процесса переработки и разработка технологий внедрения разделения НШ в процесс эксплуатации объектов трубопроводного транспорта.

Если выгода состоит в реализации процесса разделения нефтешлама и дальнейшем получении выгоды, за захоронения которого сейчас взимается плата, то вопрос о внедрении данной технологии является открытым.

По предварительным расчетам можно сделать вывод, что ежегодно транспортирующие компании тратят на захоронение нефтешлама порядка 5,5 млрд. рублей. При разделении же этого объема НШ удастся вернуть нефть, воду и твердые составляющие, что позволит получить выгоду от их дальнейшей реализации.

По итогу, переработка НШ позволит:

- Получить экономическую выгоду от побочного продукта, за утилизацию которого на данный момент взимается плата;
- Снизить экологическую нагрузку на территории РФ, так как создаст возможность переработки уже захороненного продукта;
- Выделять вторичное сырье для производства нефтепродуктов.

\*\*\*

1. Абукова Л.А., Шустер В.Л. Оценка стратегических направлений развития нефтегазового комплекса России // Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва.
2. П.Н. Овакянян, А.М. Пешков, Р.С. Гришин, СамГТУ, г. Самара. Пути решения проблемы накопления нефтешламов и анализ способов их переработки. -2019
3. Д.Д. Васильченко, М.А. Истомова, СамГТУ, г. Самара. Выделение асфальтенов на месторождениях как способ снижения отложений на стенках трубопроводов. -2018

4. И.Ш. Хуснутдинов, А.Г. Сафиулина, Р.Р. Заббаров, С.И. Хуснутдинов, Методы утилизации нефтяных шламов, известия высших учебных заведений, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань: 3-21стр.
5. Э. А. Галиуллин, Р. З. Фахрутдинов, Новые технологии переработки тяжелых нефтей и природных битумов//Вестник технологического университета. 2016. Т.19, №4

**Еремин Н.А., Посаднов А.Е., Литвинов А.В.**  
**Исследование алгоритмов управления синхронным электродвигателем**

*ООО "РиК-Энерго"  
(Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-329

**Аннотация**

В статье представлены способы и алгоритмы управления синхронными электродвигателями, проведены лабораторные испытания при скалярном и векторном управлении. Данные исследования необходимы для изучения работы синхронного двигателя при различных способах управления, рассмотреть переходные процессы, механические и электромеханические процессы в двигателе на базе Unidrive SP. Полученные результаты помогут в обучении студентам и инженерам, проходящим курсы повышения квалификации.

**Ключевые слова:** синхронный электродвигатель, электрическая машина, алгоритмы управления синхронными электродвигателями.

**Abstract**

The article presents methods and algorithms for controlling synchronous electric motors, laboratory tests were carried out with scalar and vector control. These studies are necessary to study the operation of a synchronous motor with various control methods, to consider transients, mechanical and electromechanical processes in a motor based on Unidrive SP. The results obtained will help in teaching students and engineers taking advanced training courses.

**Keywords:** synchronous electric motor, electric machine, control algorithms for synchronous electric motors.

В настоящее время в промышленности все большее распространение получают синхронные машины в составе регулируемого электропривода. Цель данной работы состоит в исследовании различных алгоритмов векторного управления.

В качестве исследуемой машины использовался трёхфазный явнополюсный синхронный электродвигатель модели БМЗ–4,5/4 М1 с электромагнитным возбуждением, имеющий номинальную мощность равную 3,6 кВт. В качестве преобразователя частоты использовалось устройство фирмы Control Techniques модели Unidrive SP 2401[1-3]. Также в системе в качестве датчика скорости использовался энкодер SICK STEGMANN CNS50 – AGVx04. Преобразователь частоты Unidrive SP имеет несколько алгоритмов работы электропривода [4,5].

Исследуем статические характеристики при оптимальном угле нагрузки и отличающихся от него на  $30^\circ$  углах нагрузки в большую и меньшую сторону в режиме серво (частотно-токового) управления. Оптимальный фазовый угол энкодера после автонастройки определен равным  $333,7^\circ$ . При исследовании снимались следующие показатели:  $M$  – момент нагрузки;  $U_c$  – напряжение, подаваемое на статор;  $f_c$  – частота, подаваемая на статор;  $I_c$  – полный ток статора. Напряжение статора  $U_c$  фиксировалось при помощи параметра 5.02 (Выходное напряжение) преобразователя частоты, частота статора  $f_c$  – параметр 5.01 (Выходная частота), полный ток статора  $I_c$  – параметр 4.01 (Амплитуда тока). Результаты отражены на графиках на рисунке 1.

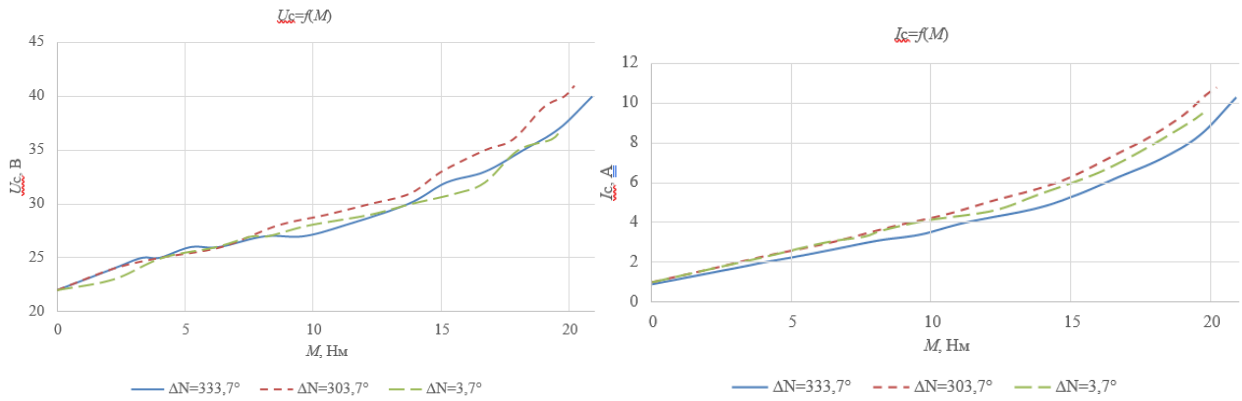


Рисунок 1. Зависимости напряжения и тока статора от нагрузки.

Исследуем влияние коэффициента мощности на статические характеристики в векторном режиме управления. Исследование проводилось при скорости 100 об/мин и постоянном токе возбуждения равном 9 А. [6]. Результаты исследования приведены на графиках рисунка 2. При исследовании снимались следующие показатели: М – момент нагрузки; Uс – напряжение, подаваемое на статор; fс – частота, подаваемая на статор; Iс – полный ток статора; Iса – активный ток статора. Напряжение статора Uс фиксировалось при помощи параметра 5.02 (Выходное напряжение) преобразователя частоты, частота статора fс – параметр

5.01 (Выходная частота), полный ток статора Iс – параметр 4.01 (Амплитуда тока), активный ток статора Iса – параметр 4.02 (Активный ток).

При этом параметр 4.01 соответствует среднеквадратичному значению тока с каждой выходной фазы двигателя, а параметр 4.02 соответствует проекции вектора тока статора на ось у, что соответствует проекции тока по оси q. Реактивная составляющая тока Iср (проекция по оси d) рассчитана по следующему выражению:

$$I_{cp} = \sqrt{I_c^2 - I_{ca}^2}$$

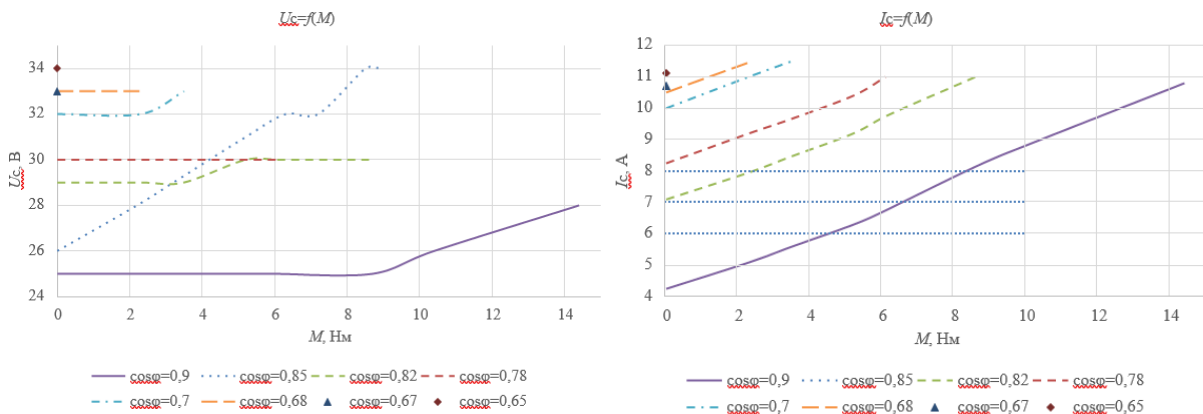


Рисунок 2. Зависимость напряжения и тока статора от нагрузки при различных cosφ.

На основе данных составим зависимость полного, активного и реактивного тока при моменте холостого хода. Данные сведены в таблицу 1 и представлены на рисунке 3.

Таблица 1

Результаты исследования в векторном режиме управления при отсутствии нагрузки.

cosφ	Iс, А	Iса, А	Iср, А
0,65	11,1	8,5	7,14
0,67	10,7	8,2	6,87
0,68	10,5	7,9	6,92
0,7	10	7,6	6,5
0,78	8,25	6,13	5,52

0,82	7,1	5,2	4,83
0,85	5,71	4,82	3,06
0,9	4,26	2,86	3,16

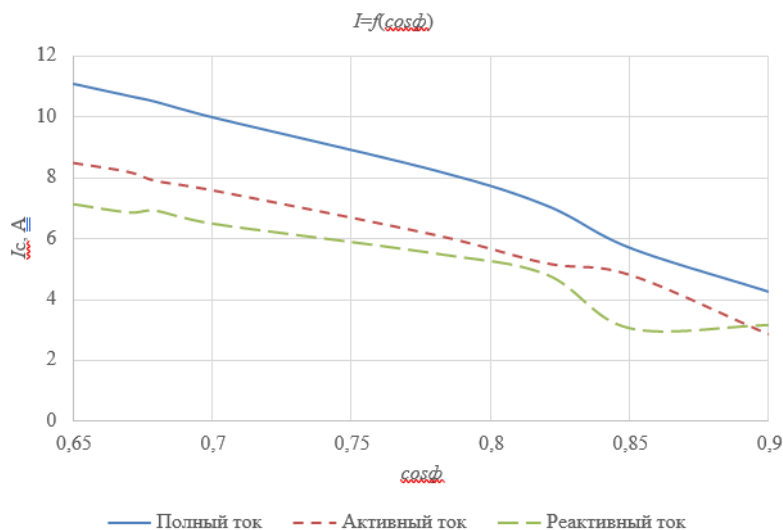


Рисунок 3. Зависимость полного, активного и реактивного тока статора от  $\cos\phi$  при отсутствии нагрузки.

Увеличение  $\cos\phi$  уменьшает уровень задания  $q$  составляющей тока, что приводит к линейному уменьшению полного тока статора при моменте ХХ.

Полученные результаты соответствуют теоретическому описанию принципов работы электропривода с векторной системой управления [2]: управление моментом синхронного электродвигателя в векторном режиме производится исключительно за счет изменения составляющей тока статора по оси  $q$  [3], называемой также активной составляющей тока статора ( $I_{ca}$ ). На основании вышеописанного, можно сделать вывод о меньшей эффективности векторного управления преобразователя частоты Unidrive SP по отношению к частотно-токовому управлению, поддерживающему угол нагрузки синхронного электродвигателя на заданном уровне, для управления синхронным электродвигателем явнополюсной конструкции.

\*\*\*

1. Усынин, Ю.С. Системы управления электроприводов: учеб. пособие / Ю.С. Усынин. – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 328 с.
2. Развитие частотных методов синтеза электроприводов с синхронными электрическими машинами / Ю. С. Усынин, М. А. Григорьев, А. Н. Шишков [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2011. – № 34(251). – С. 21-27.
3. Синтез системы управления электроприводом с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения / Ю. С. Усынин, М. А. Григорьев, А. Н. Шишков [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2012. – № 37(296). – С. 38-41.
4. Улучшение энергетических и повышение надежностных показателей электроприводов буровых установок / А. В. Коржов, Ю. И. Хохлов, М. А. Григорьев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 94-101. – DOI 10.14529/power210411.
5. Развитие частотных методов синтеза электроприводов с синхронными электрическими машинами / Ю. С. Усынин, М. А. Григорьев, А. Н. Шишков [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2011. – № 34(251). – С. 21-27.
6. Выбор силовых элементов электропривода стана холодной прокатки труб ХПТ-450 ПАО "ЧТПЗ" / И. Ю. Холодильник, А. В. Коржов, М. А. Григорьев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 102-109. – DOI 10.14529/power210412.

Катаев Ю.В.

## Определение параметров технического состояния автотракторной техники через CAN протокол

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»  
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-330

### Аннотация

В статье рассматриваются методы поиска конкретных данных в протоколе CAN автотракторной техники. Описаны рекомендации и примеры применения этих методик на тракторе John Deere 7 серии. В качестве оборудования для подключения к CAN шине рекомендуется специальное диагностическое устройство с использованием цифровых технологий. Метод разрешения конфликтов, используемый CAN, гарантирует, что каждый узел CAN будет взаимодействовать с сообщениями, относящимися к изучаемому параметру работы двигателя

**Ключевые слова:** автотракторная техника, параметры технического состояния, мониторинг, датчик, работоспособность, диагностирование.

### Abstract

The article discusses methods for searching for specific data in the CAN protocol of automotive equipment. Recommendations and examples of the application of these techniques on a John Deere 7 series tractor are described. As equipment for connecting to the CAN bus, a special diagnostic device using digital technologies is recommended. The conflict resolution method used by CAN ensures that each CAN node will interact with messages related to the engine parameter being studied.

**Keywords:** automotive equipment, technical condition parameters, monitoring, sensor, performance, diagnostics.

Информация о надежности эксплуатируемой техники необходима для решения целого ряда задач, связанных главным образом с рациональной технической эксплуатацией и повышением качества технического обслуживания и ремонта машин.

Анализ данных шины CAN очень важен при установке систем мониторинга техники сельскохозяйственного назначения. Мониторинг работоспособности техники позволяет увеличить время безотказной работы производства, поскольку выявление мельчайших изменений может помочь обнаружить важные общие режимы отказа оборудования. Это приводит к снижению эксплуатационных расходов, оптимизированному управлению ремонтом и запасными частями и более высокой производительности даже с учетом небольших хозяйств [1, 2]. Бортовые информационные шины данных современных энергонасыщенных тракторов и спецтехники содержат множество данных о работе машины – значения датчиков, события загрузки или разгрузки, диагностические коды неисправностей и многое другое [3]. Данные могут передаваться согласно стандартным протоколам обмена (протокол FMS / SAE 1939), основным для грузовых и автотракторных автомобилей [4]. Подключение осуществляется на скорости 500 кбит\с. При подключении мы можем наблюдать зашифрованные данные CAN-шины трактора John Deere 7830, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

*Вид полученных зашифрованных данных.*

Extended ID: 0x0C000F0B DLC: 8 Data: 0xFC 0xFF 0xFA 0x00 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF
Extended ID: 0x0CF00400 DLC: 8 Data: 0xF0 0x7D 0x88 0xA8 0x14 0x00 0xF3 0x88
Extended ID: 0x0CF00400 DLC: 8 Data: 0xF0 0x7D 0x88 0xA0 0x14 0x00 0xF3 0x88
Extended ID: 0x0C00290B DLC: 8 Data: 0xFC 0xFF 0xFA 0x00 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF
Extended ID: 0x0C000F0B DLC: 8 Data: 0xFC 0xFF 0xFA 0x00 0xFF 0xFF 0xFF 0xFF

В потоке данных, представленных в таблице 1, нужно найти исходящие биты и байты, которые отвечают за нужные нам параметры технического состояния трактора. В таблице 1 показано, сколько датчиков в данный момент зарегистрировано в блоке телематики. К таким датчикам относятся: положение педали акселератора, положение стекол, положение КПП, положение ключа зажигания, скорость, частота вращения коленчатого вала и т.д. Задача этих датчиков отправлять показания на сервер в режиме реального времени, это позволит видеть статус работы машины при эксплуатации в режиме реального времени [5, 6]. На примере разберемся с датчиками положения педали акселератора. Как правило, при отпущенной педали значение этого датчика 0 и, по мере нажатия на педаль газа, увеличивается до какого-либо значения. Такой параметр мы видим в первом CAN в ID, 0xFa. Пятый байт изменяется от 0 (педаль отпущена) до 0xFa (педаль нажата до упора в пол). Если перевести 0xFa из HEX в DEC, то получим число 250. Следовательно, чтобы получить процесс нажатия на педаль газа в процентах (от 0 до 100) надо умножить наше значение на 0,4.

$$0xFa \times 0,4 = 82\%$$

где 0xFa – параметр положения педали акселератора в процентном соотношении.

Таблица 2

## Расшифрованные данные CAN протокола трактора John Deere 7830.

FECa	Ошибка Check Engine	F003	Датчик положения холостого хода педали акселератора
F004	Обороты, об/мин	FEDF	Номинальное трение – Процент крутящего момента
FEF1	Скорость, км/ч	FEFE	Температура охлаждающей жидкости, топлива, масла
FEF7	Бортовое напряжение В	FEF5	Атмосферное давление
FEE 0x5c	Температура масла, С	FEF6	Давление наддува, температура воздуха на впуске, температура выхлопных газов
FEF2	Расход мгновенный, л/ч	FEFF	Уровень масла, давление масла

Частота вращения коленчатого вала двигателя имеет большую вычислительную массу, пакеты будут так же быстро изменяться, но в данном случае, стоит обратить внимание на длинные 12-битные ID [7].

В этих ID хранится информация о передаваемых параметрах, для их разбора обратимся к описанию протокола FMS / J1939.

Нас будут интересовать поля PDU Format и PDU Specific которые образуют номер передаваемого параметра, например ID=0CF00400 имеет номер параметра F004 – средние два байта (таблица 2).

Стандартный способ определения зашифрованного параметра 0x0CF00400 (об/мин) документ FMS-Standart description.

В документе указано, что 3, 4, 5 байты несут в себе информацию о текущих оборотах двигателя. Документ FMS-Standart description представлен на рисунке 1.

F004					
65,253					
1000 ms					
Data Byte 1	Data Byte 2	Data Byte 3	Data Byte 4	Data Byte 5	Data Byte 6
8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1	8 7 6 5 4 3 2 1		
Engine total hours of Operation	Engine total hours of Operation	Engine total hours of Operation	Engine total hours of Operation	Not used for (Bus) FMS-Standard	Not used for (Bus) FMS-Standard
0.05 h / Bit gain 0 h offset	0.05 h / Bit gain 0 h offset	0.05 h / Bit gain 0 h offset	0.05 h / Bit gain 0 h offset		
SPN 247	SPN 247	SPN 247	SPN 247		

Рисунок 1. Образец документа для расшифровки данных тракторов системы CAN, FMS-Standart description.

Как видим это время наработки трактора, в нашем случае первые два байта пакет CD 75, а время наработки трактора 1507,8 часов.

Таким образом, при помощи документа FMS-Standart description можно найти следующие интересующие параметры двигателя автотракторной техники сельскохозяйственного назначения: расход топлива, скорость, нагрузку на оси, обороты двигателя, бортовое напряжение, температуру масла и т.д.

Предложенная методика позволяет получить анализ данных шины CAN, что является важнейшим фактором при установке систем мониторинга на сельскохозяйственную технику.

\*\*\*

1. Дорохов А.С. Входной контроль качества машиностроительной продукции, поставляемой сельскому хозяйству. Москва: Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 2010. 211 с.
2. Катаев Ю.В. Прогнозирование отказов в двигателях сельскохозяйственной техники с применением цифровых технологий / Ю. В. Катаев, М. Г. Загоруйко, И. А. Тишанинов, Е. А. Градов // Аграрный научный журнал. 2022. № 2. С. 79-82.
3. Дорохов А.С., Костомахин М.Н., Воронов А.Н. Сбор информации о надежности сельскохозяйственных машин с использованием систем мониторинга с помощью контроля параметров технического состояния // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2018. № 8. С. 53-61.
4. Пестряков Е.В. Программное обеспечение для диагностирования и прогнозирования технического состояния сельскохозяйственных машин / Е.В. Пестряков, М.Н. Костомахин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2022. № 2. С. 42-51.
5. 5. Голубев И.Г., Мишуров Н.П., Федоренко В.Ф. и др. Цифровые решения при техническом сервисе сельскохозяйственной техники: Аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. 76 с.
6. 6. Дидманидзе О.Н. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов / О.Н. Дидманидзе, А.С. Дорохов, Ю.В. Катаев // Техника и оборудование для села. 2020. № 11(281). С. 39-43.
7. 7. Тиен Н.М. Диагностика автомобильного двигателя на основе нейронной сети / Тиен Н.М. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2019. № 26 (264). С. 76-81. URL: <https://moluch.ru/archive/264/61089/> (дата обращения: 07.10.2022).

**Мичурова Н.Н.<sup>1</sup>, Мичуров Н.С.<sup>1</sup>, Мирошин Д.Г.<sup>2</sup>**  
**Гибкие роботизированные ячейки в современном производстве**

<sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина  
 (Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-331

**Аннотация**

В статье приводятся результаты опытно-конструкторских работ по разработке структуры и компоновки гибкой роботизированной ячейки для механической обработки тел вращения в рамках Индустрии 4.0. Описано применяемое оборудование и транспортные устройства. Приведен принцип действия гибкой производственной ячейки.

**Ключевые слова:** инклюзивное образование, музыкальное образование, задачи обучения музыке, слабослышащие обучающиеся.

**Abstract**

The article presents the results of development work on the development of the structure and layout of a flexible robotic cell for machining bodies of revolution in the framework of Industry 4.0. The applied equipment and transport devices are described. The principle of operation of a flexible production cell is given.

**Keywords:** industry 4.0, flexible robotic cell, modular learning technology, modular unit, machining center, robot, motion module, storage system, cell operation principle.



Четвертая индустриальная революция (Индустрия 4.0) предусматривает на переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг [1,2,4]. Одним из основных элементов Индустрии 4.0 является «Цифровое производство», предусматривающее максимальную автоматизацию, частичное или полное исключения человека из производственных и бизнес-процессов [2,3]. Для организации и осуществления среднесерийного производства типовых деталей в рамках Индустрии 4.0, была создана и внедрена в производство гибкая роботизированная ячейка, ориентированная на механическую обработку деталей типа «тело вращения», и включающая в себя современные высокопроизводительные обрабатывающие центры, промышленный робот, пункт контроля, автоматизированный склад заготовок, деталей и резервных паллет, а также разработана двухуровневая система управления гибкой роботизированной ячейкой и система обеспечения безопасности эксплуатации ячейки.

Созданная гибкая роботизированная ячейка обеспечивает гибкость по процессу, т.к. ориентирована на заданное производство заданного множества деталей типа «тело вращения», гибкость по продукции, т.к. позволяет быстро и экономично переключаться на выпуск новых деталей, гибкость по объему производства, как возможность экономически эффективно работать при различных объемах производства, маршрутную гибкость, которая обусловлена способностью продолжать обработку заданного множества деталей при отказах отдельных модулей, а также машинную гибкость, как легкость перестройки технологических элементов для производства заданных множеств типов деталей [1,2]. Для компоновки гибкой производственной ячейки был выбран линейный вариант компоновки и разработана схема компоновки с привязкой к площади цеха предприятия-заказчика роботизированной ячейки.

Гибкая роботизированная ячейка система включает в себя следующие структурные элементы: пункт контроля, оснащенный, координатно-измерительной машиной MitutoyoCrysta-Apex V5742, обрабатывающие центры GOODWAY GLS-2000, промышленный робот Fanuc R-2000iC/165F, расположенный на одноосевом линейном модуле GudelTMF-3 для перемещения робота вдоль ячейки, блочные накопители, предназначенные для размещения паллет с готовыми деталями разных типов (количество блоков может быть увеличено), блочные накопители, предназначенные для размещения заготовок деталей разных типов, установленных на паллеты (количество блоков также может быть увеличено), блок хранения резервных паллет.

Перед началом работы гибкой роботизированной ячейки необходимо загрузить блочные накопители для заготовок подготовленными паллетами с заготовками, выбрать управляющую программу, предназначенную для обрабатываемой группы деталей и режим работы системы (автоматический режим, тестовый режим, наладочный режим).

При запуске программы работы гибкой роботизированной ячейки контроллер системы управления ячейкой опрашивает состояние ячейки и определяет количество паллет, количество загруженных заготовок, наличие свободных мест в накопителях, загруженность ОЦ1 и ОЦ2 и т.д. Промышленный робот Fanuc R-2000iC/165F перемещается к блочному накопителю, предназначенному для хранения паллет с заготовками, а контроллер системы управления ячейкой опрашивает датчики и контроллер робота для подтверждения его положения. Также контроллер системы управления ячейкой ведет опрос активных паллет, то есть тех паллет, на которых имеются заготовки и с которыми работает в данный момент промышленный робот, причем ведется учет не только паллет, но и самих заготовок и их положения на паллете, соответственно, контроллер системы управления передает роботу информацию с какой паллеты и какую заготовку необходимо взять.

Контроллер системы управления ячейкой опрашивает обрабатывающие центры GOODWAY GLS-2000 на готовность загрузки, при этом зона безопасности ОЦ разблокирована и позволяет вести установку заготовки. При наличии положительного

сигнала о готовности загрузки с контроллера системы управления ячейкой на контроллер робота поступает команда о перемещении робота к свободному обрабатываемому центру. Робот перемещается с помощью одноосевого линейного модуля к обрабатываемому центру, а затем захват робота перемещается в зону обработки и устанавливает деталь на ОЦ. Контроллер системы управления ячейкой отслеживает зажим заготовки, получая сигналы с бесконтактных датчиков и реле давления. После зажима заготовки захват робота выводится из зоны обработки. Зона обработки закрывается защитной дверцей и запускается процесс отработки управляющей программы обработки заготовки. Для загрузки заготовок деталей другого типа применяется аналогичный алгоритм работы системы.

При необходимости переустановки заготовки на текущем обрабатываемом центре или на новый обрабатывающий центр, на контроллер системы управления ячейкой за 30 секунд до окончания обработки на текущем установе поступает команда о готовности к переустановке, которая передается на контроллер робота. При отсутствии других команд робот перемещается к обрабатываемому центру, исключая его простаивание. Контроллер системы управления ячейкой также опрашивает датчики и контроллер робота для подтверждения его положения. Затем робот перемещается к обрабатываемому центру, а захват робота перемещается в зону обработки, после чего на робота поступает команда захвата детали, а на обрабатывающий центр – команда открыть зажим. Робот разворачивает деталь и устанавливает в необходимых координатах, после чего на обрабатывающий центр поступает команда закрыть зажим. После установки заготовки контроллер системы управления ячейкой передает на контроллер робота команду вывести захват робота из зоны обработки, а робота вывести в исходное положение.

Аналогично срабатывает система управления ячейкой и при смене заготовки. Контроллер системы управления ячейкой опрашивает обрабатывающий центр на наличие детали и готовность к разгрузке. При готовности обрабатываемого центра к разгрузке отключается блокировка опасной зоны, на контроллер робота поступает команда о перемещении захвата в зону обработки станка и происходит смена заготовки. Далее робот, в зависимости от полученных команд может транспортировать деталь в блочный накопитель или, по инициативе оператора, деталь может быть вызвана на контроль. Работа системы при вызове детали на контроль по требованию оператора заключается в том, что робот по команде оператора транспортирует деталь в пункт контроля. При этом контроллер системы управления ячейкой опрашивает датчики положения и контроллер робота для подтверждения его положения. Робот транспортирует деталь в приемный блок пункта контроля. При перемещении робота от приемного блока пункта контроля система безопасности деблокирует люк и оператор получает возможность его открыть и забрать деталь для контроля на координатно-измерительной машине. Если деталь годная, то после проведенного контроля детали оператор создаёт запрос в систему управления ячейкой для разгрузки пункта контроля, при этом робот перемещается к пункту контроля, забирает деталь и транспортирует ее в блочный накопитель деталей. Если деталь бракованная, то она снимается с гибкой производственной ячейки.

Таким образом, в ходе разработки была спроектирована гибкая роботизированная ячейка для групповой обработки деталей типа «тело вращения». Проведенные опытно-конструкторские работы по созданию и внедрению в производство гибкой роботизированной ячейки позволили частично реализовать в рамках машиностроительного предприятия концепцию Индустрии 4.0, осуществить цифровизацию механообрабатывающего производства и цифровизацию управления им. Система позволила обеспечить бесперебойное производство деталей и быструю переналадку гибкой роботизированной ячейки на новый тип деталей.

\*\*\*

1. Дуюн И.А., Чуев К.В. Оценка эффективности работы гибких производственных систем и роботизированных комплексов с использованием имитационного моделирования // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2021. № 4. С. 91-100.
2. Мирошин, Д.Г., Рычагова, О.А. Гибкие автоматизированные системы в диверсификации машиностроительного производства // Автоматизация в промышленности. 2020. № 7. С. 30-32.
3. Сердюк, А.И., Сергеев, А.И., Корнилов, М.А. Формализованное описание работы гибких производственных систем при создании систем компьютерного моделирования // СТИН. 2016. № 7. С. 12-18
4. Шеди, Я. PLC vs DCS. Оптимальный выбор для управления производственным процессом // Control Engineering. 2016. № 3. С. 28-30.

**Мичурова Н.Н.<sup>1</sup>, Мичуров Н.С.<sup>1</sup>, Мирошин Д.Г.<sup>2</sup>****Система управления гибкой производственной ячейкой на базе Simatic WinCC**<sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России<sup>2</sup>Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-332

**Аннотация**

В статье приводятся результаты опытно-конструкторской работы по разработке системы управления гибкой производственной ячейкой, предназначенной для обработки деталей типа «тело вращения». Система управления разработана на основе SCADA-системы SIMATIC WinCC. Представлена структура системы управления и назначение управляющих клавиш.

**Ключевые слова:** индустрия 4.0, гибкая производственная ячейка, двухуровневая система управления, SCADA-система SIMATIC WinCC, структура системы.

**Abstract**

The article presents the results of development work on the development of a control system for a flexible production cell designed for processing parts of the "body of revolution" type. The control system was developed on the basis of the SIMATIC WinCC SCADA system. The structure of the control system and the purpose of the control keys are presented.

**Keywords:** industry 4.0, flexible production cell, two-level control system, SIMATIC WinCC SCADA system, system structure.

На машиностроительных предприятиях Уральского федерального округа, большое распространение получило среднесерийное производство типовых деталей в рамках государственного заказа. Для организации и осуществления среднесерийного производства типовых деталей в рамках Индустрии 4.0, была создана и внедрена в производство гибкая роботизированная ячейка, ориентированная на механическую обработку деталей типа «тело вращения», и разработана двухуровневая система управления гибкой роботизированной ячейкой и система обеспечения безопасности эксплуатации ячейки.

Система цифрового управления промышленным производством играет важнейшую роль в цифровизации производства, предусмотренного в концепции Индустрия 4.0 [1,2]. Для гибкой роботизированной ячейки, созданной в рамках исследования, была разработана система визуализированного управления. Система управления гибкой автоматизированной ячейкой представляет важнейший орган гибкого автоматизированного производства, обеспечивающий автоматизацию всего цикла изготовления изделия от проектирования до изготовления. Управление гибкой роботизированной ячейкой возможно осуществлять на двух уровнях. Первый уровень содержит локальные средства управления, контроля и диагностирования функциональных модулей гибкой роботизированной ячейки и является уровнем датчиков и исполнительных механизмов, которые устанавливаются непосредственно на технологических объектах. На втором уровне синхронизируется работа компонентов гибкой роботизированной ячейкой, решаются задачи группового управления оборудованием. Осуществляется сбор информации, поступающей с нижнего уровня, ее

обработка и хранение; выработка управляющих сигналов на основе анализа информации; передача информации о производственном участке на более высокий уровень [1,3].

Для решения задач осуществления уровневого управления гибкой роботизированной ячейкой, визуализации процесса оперативного управления возможно использование SCADA-системы SIMATIC WinCC, которая сочетает мощный интерфейс управления процессами производства, надежное архивирование данных и обеспечивает создание отказоустойчивых решений для управления, измерения и контроля производственных процессов [2,4].

Первый уровень системы управления гибкой автоматизированной ячейкой предназначен для управления непосредственно обрабатываемыми центрами и промышленным роботом, установленным на одноосевом линейном модуле. На первом уровне осуществляется управление каждым обрабатываемым центром GOODWAY GLS-2000, оснащенный собственной системой ЧПУ FanucOi-TF, которая управляет всеми перемещениями узлов и технологическими функциями обрабатывающего центра.

Управление роботом Fanuc R-2000iC/165F, установленным на базе одноосевого линейного модуля GudelTMF-3, осуществляется собственной системой управления Fanuc, которая отвечает за перемещения заготовок, паллет и функциями загрузки/выгрузки станков.

Приведем структуру и принцип работы системы управления скомпонованной гибкой роботизированной ячейкой, разработанной в программном обеспечении Simatic - WinCC. После включения пульта управления ячейкой вводным переключателем происходит запуск системы управления. На главном экране, приведенном на рисунке 2, отображаются пункты меню, доступные оператору: «Ячейка», «Паллеты», «Дополнительная информация», «Перечень деталей», «Наладка», «Симуляция», «Log off», а также кнопки включения режимов работы ячейки: «АУТО», «Т1» и «Т2».

Также в системе управления предусмотрены и фоновые софт-клавиши для отображения состояния системы, ошибок и сообщений, клавиши «Домой» и «Назад» (Клавиша «Домой» открывает стартовый экран, клавиша «Назад» предыдущий) и иконка «Ключ», которая появляется при активации поворотным ключом на пульте управления режима «Доступ». В данном режиме разрешается управление откатными воротами (закрывать, открыть ворота) и дверями защитного ограждения ячейки (открыть двери блоков 1,2,3,4, общая дверь, люк пункта контроля) при отсутствии других запретов. Если ключ «Доступ» на пульте управления отключен (иконка с ключом отсутствует) управление работой замков безопасности на дверях и откатными воротами заблокировано.

Пункт меню «Ячейка» – подробно отображает наглядное состояние роботизированной ячейки. На экране пункта меню «Состояние ячейки» отображается наиболее полная информация о текущем состоянии роботизированной ячейки.

Пункт меню «Паллеты» ориентирует оператора в состоянии паллет с заготовками и готовыми деталями, количестве паллет и деталей по блокам. При выборе окна «Паллеты» отображается информация по всем блокам паллет.

Пункт меню «Дополнительная информация» служит для отображения такта выпуска готовых деталей, времени работы робота и сервисной информации.

Пункт меню «Перечень деталей» предназначен для выполнения оператором выбора типа изделия и параметров выбранного типа изделия. По умолчанию доступно два типа деталей. Для внесения дополнительных программ требуется подключение программатора к контроллеру. При запуске автоматического цикла с пульта управления робот всегда начинает работать по программе, которая была активирована. Тип активированной программы всегда можно увидеть на стартовом экране и на экране «Перечень деталей» в поле «Выбрана программа».

Режим «Наладка» активируется при нажатии клавиши «Наладка» на экране «Состояние ячейки» осуществляет (доступ выполнен с паролем). Режим наладки доступен только в ручном режиме работы робота (тестовые режимы Т1 и Т2) и позволяет полностью изменять состояние ячейки, поэтому доступен только для опытных пользователей.

Пункт меню «Симуляция» включается клавишей «Симуляция» на экране «Состояние ячейки» и предназначен для активации режима симуляции, в котором можно увидеть компьютерную симуляцию работы гибкой автоматизированной ячейки по разработанной управляющей программе.

Пункт меню «Log off» включается клавишей «Log off» на экране «Состояние ячейки» предназначен для сброса режима наладки, а также сброса пароля для наладки и симуляции.

Режим Auto (автоматический) предназначен для использования при промышленной эксплуатации робота. При этом работает защита от возможного взаимодействия робота и человека

Режим T1 (тестовый режим 1) предназначен для управления роботом в ручном режиме на малой скорости, ввода координат положения с пульта обучения, проверки траектории движения робота на малой скорости и проверки управляющей программы. Скорость перемещения робота и захвата не превышает 250 мм/сек. В режиме T1 невозможно проверить фактическую траекторию перемещения робота и время цикла, потому что рабочая скорость ограничена. Режим T1 можно зафиксировать, если извлечь ключ из пульта управления гибкой роботизированной ячейкой.

Режим T2 (тестовый режим 2) предназначен для окончательной проверки созданной программы путем прогона робота на рабочей скорости. Режим T2 функционирует и при ручном управлении, однако, в этом случае скорость перемещения робота и захвата также ограничены и не превышают 250 мм/сек. Режим T2 также можно зафиксировать, если извлечь ключ из пульта управления гибкой роботизированной ячейкой.

Таким образом, в ходе разработки была спроектирована двухуровневая структура системы управления гибкой роботизированной ячейкой, а также человеко-машинный интерфейс в SCADA-системе SIMATIC WinCC. Все функции человеко-машинного интерфейса (система протоколирования данных, система отчетов, архивации, сообщений, графическая система, администрирование пользователей, диагностика системы) уже включены в SIMATIC WinCC, а для взаимодействия клиента и сервера используется протокол TCP/IP, при этом рекомендуется создание отдельной внутренней компьютерной сети. Также возможна реализация внутренней отдельной сети SIMATIC NET Industrial Ethernet, которая успешно применяется для небольших проектов автоматизации производства и позволяет осуществлять связь как с нижним уровнем (сервер WinCC - программируемый логический контроллер), так связи для компьютера (клиент WinCC - сервер WinCC).

\*\*\*

1. Кульга К.С., Китаев А.А. Имитационное моделирование гибких производственных систем на стадии эскизного проектирования // СТИН. 2017. № 6. С. 2-10.
2. Мирошин, Д.Г., Тарагара, Р.Е. Система управления гибкой автоматизировано ячейкой на базе SCADA-системы // Справочник. Инженерный журнал. 2022. № 3. С. 3-7.
3. Мирошин, Д.Г., Тюгаева, Е.В., Костина, О.В. Технология работы на станках с ЧПУ. М.: Юрайт, 2022. 194 с.
4. Сердюк, А.И., Сергеев, А.И., Корнилов, М.А. Формализованное описание работы гибких производственных систем при создании систем компьютерного моделирования // СТИН. 2016. № 7. С. 12-18

**Орлов А.А., Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С.**  
**Двигатель для автомобиля на водородном топливе**

*Омский государственный технический университет  
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-333

**Аннотация**

В данной работе рассмотрены электрические двигатели пригодные для установки на водородный автомобиль. Цель заключается в выявлении наиболее перспективных типов двигателей, обеспечивающих высокие эксплуатационные характеристики автомобиля.

**Ключевые слова:** автомобиль, водородное топливо, электрический двигатель.

**Abstract**

In this paper, electric motors suitable for installation on a hydrogen car are considered. The goal is to identify the most promising types of engines that provide high vehicle performance.

**Keywords:** car, hydrogen fuel, electric motor.

На сегодняшний день существуют компактные бесколлекторные электродвигатели, пригодные к установке в водородный автомобиль. Отсутствие щеточного узла – основное

требование к тяговому электромотору, поскольку необходимо обеспечить высокую надежность и широкие интервалы обслуживания изделия. На данный момент существует два основных направления: асинхронные двигатели по типу Tesla, синхронные двигатели переменного тока с постоянными магнитами.

Асинхронные двигатели Tesla в свое время задали тренд на электромобили. Основным преимуществом данных двигателей был широкий диапазон рабочих оборотов – до 16000 оборотов в минуту. Это позволило отказаться от коробок передач и дало электрокарам еще одно преимущество в удобстве управления. Преимущества асинхронных моторов – простота управления и конструкции (Рис. 1). Однако применительно к автомобильным тяговым моторам существует несколько проблем. В первую очередь это низкий пусковой момент асинхронных двигателей и высокий ток при запуске. Данные проблемы решаются выбором подходящей системы управления (СУ) электродвигателем.

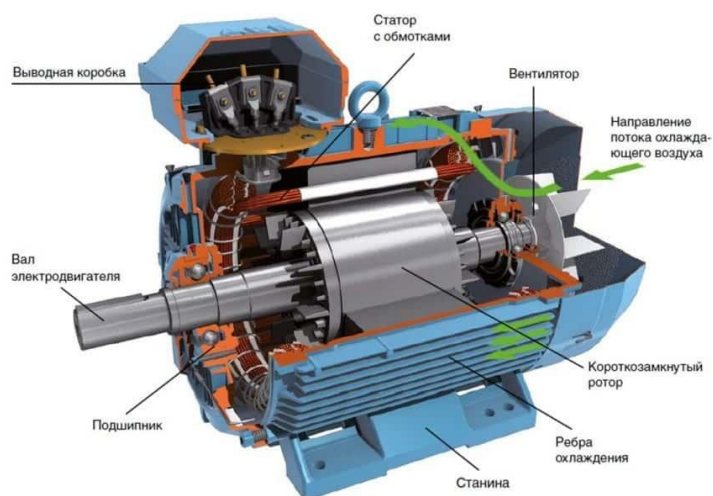


Рисунок 1. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

Скалярная система управления не подразумевает переменных нагрузок и применяется в основном для потоковых устройств – насосов и вентиляторов. Автомобиль же движется с переменной скоростью по разным типам покрытия, либо же вовсе по пересеченной местности. Поэтому для управления электромотором автомобиля следует применять систему векторного управления [1]. Такие системы бывают с обратной связью и без обратной связи. В системе без обратной связи частотный преобразователь вычисляет скорость вращения ротора по заранее введенным данным и мгновенным значениям тока и напряжения. По этим данным преобразователь принимает решение об изменении выходного напряжения. Векторное управление с обратной связью включает в себя датчик, который считывает текущую частоту вращения вала двигателя. Данный тип управления отличается более высокой точностью, что делает его наиболее пригодным для применения в автомобиле, поскольку точность управления тягой является важной характеристикой изделия [2].

Также проблему малого пускового момента решают путем использования особой конструкции ротора, либо включая дополнительную обмотку меньшего радиуса. Это позволяет при запуске уменьшить радиус момента сопротивления и упростить пуск двигателя.

Второй проблемой является необходимость охлаждения двигателя, в частности ротора. При длительной работе вихревые токи, наводимые магнитным полем статора в роторе, разогревают сердечник, что требует применения дополнительных систем для охлаждения ротора. В частности, в двигателях Tesla используется полый вал ротора для циркуляции охлаждающей жидкости. И еще важным недостатком конкретно моторов Tesla является применение в конструкции медного ротора. Такой ротор обеспечивает наилучшие характеристики, однако существенно повышает стоимость изделия.

В современном синхронном двигателе при помощи точного позиционирования поля статора относительно положения ротора можно получить очень хорошую тяговую характеристику [3]. Применение ротора со встроенными магнитами и ротация магнитного

поля статора относительно положения ротора в пределах 45 градусов обеспечивает регулирование крутящего момента отдельно от частоты вращения. Такой двигатель называется IPMSynRM, что примерно переводится как синхронный двигатель сопротивления с внутренними постоянными магнитами (Рис. 2). Последние двигатели Tesla используют именно эту конструкцию. Применительно к автомобилю такой мотор позволяет обеспечивать движение с постоянной скоростью при дополнительной нагрузке, например при затяжном подъеме без увеличения рабочих оборотов.

■ Постоянные магниты



Рисунок 2. Ротор синхронного двигателя с внутренними постоянными магнитами.

Также это сглаживает пульсации момента, что позитивно сказывается на вибронегативности всего изделия. Точное позиционирование также повышает КПД всего двигателя. Однако для этого требуется более сложная система управления. Наиболее подходящим типом СУ видится полеориентированное управление с датчиком Холла, либо же без датчика [2,4]. Полеориентированное управление обеспечивает плавную и точную регулировку частоты вращения ротора в широком диапазоне оборотов. Система без датчика частоты вращения применима только для двигателей с неявно выраженными полюсами, однако даже в таких двигателях диапазон регулирования будет несколько меньше.

В целом по совокупности рассмотренной информации, синхронные двигатели на постоянных магнитах кажутся более перспективной технологией, но требующей больших научных и материальных ресурсов для использования в производстве. Во многом именно СУ определяет итоговые характеристики силовой установки электромобиля, его безотказность, плавность хода, удобство управления.

\*\*\*

1. Анучин А. С. Системы управления электроприводов. Учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2015. — 373 с. — ISBN 978-5-383-00918-5.
2. Денисов, В. А. Электроприводы переменного тока с частотным управлением / В. А. Денисов. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 163 с. – ISBN 978-5-94178-359-5. – EDNXRCRYV.
3. Казакбаев, В. М. Разработка высокоэффективного синхронного реактивного двигателя: специальность 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Казакбаев Вадим Маратович. – Екатеринбург, 2017. – 22 с. – EDNZQIGTZ.
4. Синхронный двигатель с постоянными магнитами [Электронный ресурс] // Инженерные решения. – 2022. – URL: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/pmsm/>. (дата обращения: 28.10.22)

**Попов М. Е., Анисимова Г. Б.**

**Проектирование АИС контроля проезда транспортных средств на закрытую территорию (парковку)**

*Донской Государственный Технический Университет  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-334

#### **Аннотация**

В статье проведен анализ предметной области и спроектирована информационная система с использованием методологии структурного подхода. Выявлены проблемные места действующей модели, описаны последствия их игнорирования и предложены возможные варианты исправления, основываясь на построенной диаграмме IDEF0 ASIS и диаграмме

потока данных в CASE-средстве BPwin. Составлены требования к улучшенной модели контроля проезда транспортных средств TOBE.

**Ключевые слова:** анализ предметной области, структурный подход, проектирование, моделирование, информационная система, реинжиниринг, IDEF0, DFD.

### Abstract

The subject area is analyzed and information system is designed in this article using the methodology of the structural approach. The problem areas of the current model were detected by using IDEF0 ASIS diagrams and the data flow diagram in the BPwin CASE tool. The main defects of the current model are formulated, their consequences are described, and possible solutions are proposed. Requirements for an improved vehicle access control model TOBE have been drafted.

**Keywords:** subject area analysis, structural approach, engineering, modeling, information system, reengineering, IDEF0, DFD.

Согласно сведениям Автостата на тысячу жителей России приходится 309 автомобилей (данные на 1 июля 2020 года). В том же исследовании говорится о том, что 51% семей имеют минимум один автомобиль. На каждых трех граждан приходится одно транспортное средство, и каждая вторая семья обладает автомобилем. Все эти средства передвижения должны где-то парковаться. Во многих городах существует проблема поиска парковочного места. И хотя положительные тенденции прослеживаются: растет количество парковочных мест, строятся отдельные паркинги, проводится автоматизация контроля транспортных средств, с последним есть определенные проблемы. Не каждая новая парковка является автоматизированной, а если и является таковой, то для неё назначают штат сотрудников, что сводит всю автоматизацию на нет. Клиенты теряют много времени, обсуживаясь на таком паркинге. Разговоры с охранниками, поиск свободного места, запись в журнал данных водителя и автомобиля может отобрать много времени. Со стороны бизнеса – дневная и ночная оплата труда для целого штата охранников может бить по бюджету собственника закрытой территории. А для процветания бизнеса необходимо уменьшать затраты и увеличивать доходы.

В связи с этим возникает необходимость в разработке автоматизированной информационной системы, которая будет способна контролировать проезд транспортных средств, оформлять клиентов и транспортные средства, отслеживать текущую занятость парковки, записывать историю въездов и выездов, производить расчеты предоставленной услуги, формировать документы и итоговые отчеты. В данной статье рассматривается первый этап жизненного цикла разработки информационной системы. Для этого проведен выбор методологии анализа и проектирования информационной системы. Выбрана методология структурного подхода.

Первый этап жизненного цикла разработки ИС – анализ предметной области<sup>1</sup>. Результаты анализа являются фундаментом создаваемой системы, ведь они во многом определяют организацию работ на всех этапах. Целью анализа является сбор, классификация, формализация данных и информации обо всех аспектах предметной области, влияющих на свойства системы<sup>2</sup>.

После посещения очередного паркинга были выделены основные сходства и принципы работы данного бизнеса. Зачастую подобные паркинги – небольшие территории с небольшим количеством персонала. От 1 до 3 человек в зависимости от территории. Цель – заработок денег. Деятельность организации направлена на сохранение транспортных средств в сохранности. Рабочий процесс организован с помощью одного отдела – отдел по работе с клиентами. Его функциями является регистрация транспортных средств, оценка внешнего вида, наблюдение за средствами передвижения, прием оплаты и ведение документации.

После завершения сбора информации, начинается формирование модели. Сначала проводится построение действующей модели ASIS с помощью CASE-средства BPwin. Как уже говорилось ранее, был выбран структурный подход. Его смысл заключается в



декомпозиция процессов. Главной деятельностью паркинга является его работа. Значит необходимо декомпозировать данный процесс на подпроцессы или задачи. Например, деятельность паркинга разбивается на заезд, пребывание и выезд. Однако данные процессы несут обобщенный смысл. Проводим еще одну декомпозицию: под заездом подразумевается ручное внесение сведений парковщиком, проверка разрешения клиента, поиск свободного места на паркинге и запись авто в журнал, под выездом подразумевается проверка транспортного средства, расчет проведенного времени на основании въезда, проверка оплаты, а пребывание никак декомпозировать нельзя. То есть необходимо декомпозировать до тех пор, пока в этом есть смысл или процессы не достигли атомарного уровня. На рисунках 1 и 2 приведены примеры декомпозиции процессов заезда и выезда для модели ASIS неавтоматизированной парковки после завершения изучения предметной области.

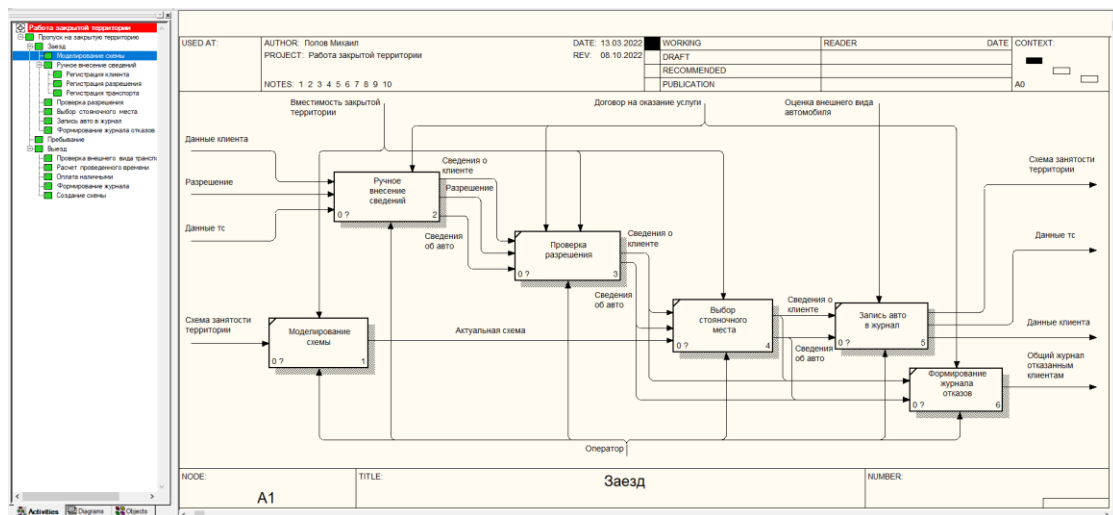


Рисунок 1. Уровень А1 – Заезд на закрытую территорию ASIS.

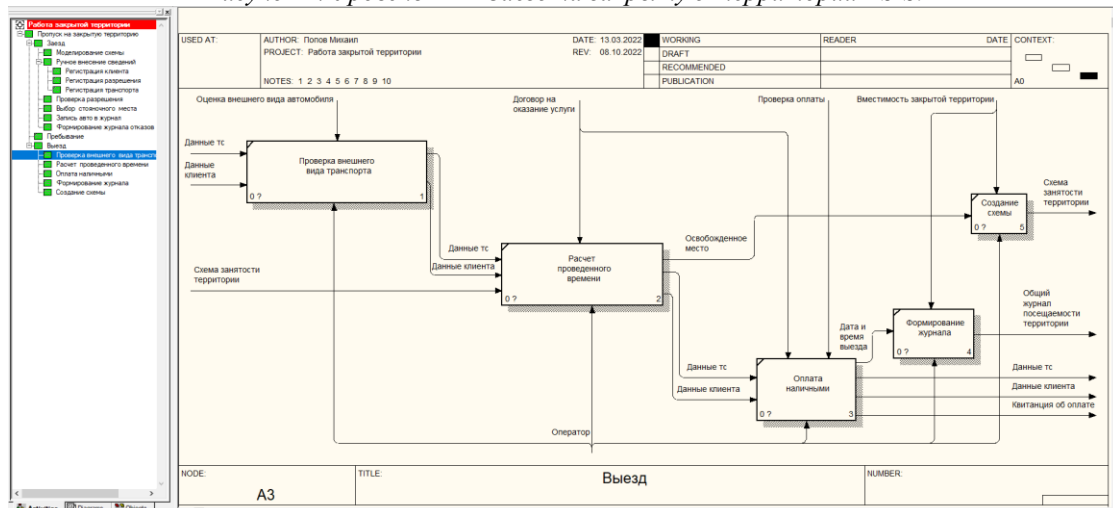


Рисунок 2. Уровень А3 – Выезд из закрытой территории ASIS.

Построение диаграммы потоков данных только подтвердило проблемные места текущей модели. При посещении клиентом паркинга, его необходимо зарегистрировать. Администратору нужно внести паспортные данные в журнал клиентов, данные автомобиля в журнал транспортных средств и проверить пропуск и найти автомобиль в журнале разрешенных ко въезду, если работа паркинга осуществляется с помощью пропусков. Когда по какой-то причине нет разрешения на въезд, администратору нужно будет зафиксировать этот момент в другом журнале. Если все успешно, то необходимо будет выбрать свободное парковочное место, отметить, что определенное транспортное средство заняло конкретное место на некоторый промежуток времени. Когда клиент хочет забрать автомобиль с

парковки, администратору необходимо обратиться к журналу въезда и выезда, проанализировать время, которое транспортное средство простояло, сделать соответствующую пометку о выезде. Осмотреть средство передвижения на повреждения, при необходимости, а также взыскать оплату за предоставленную услугу. На рисунке 3 изображен поток обмена данных неавтоматизированного паркинга.

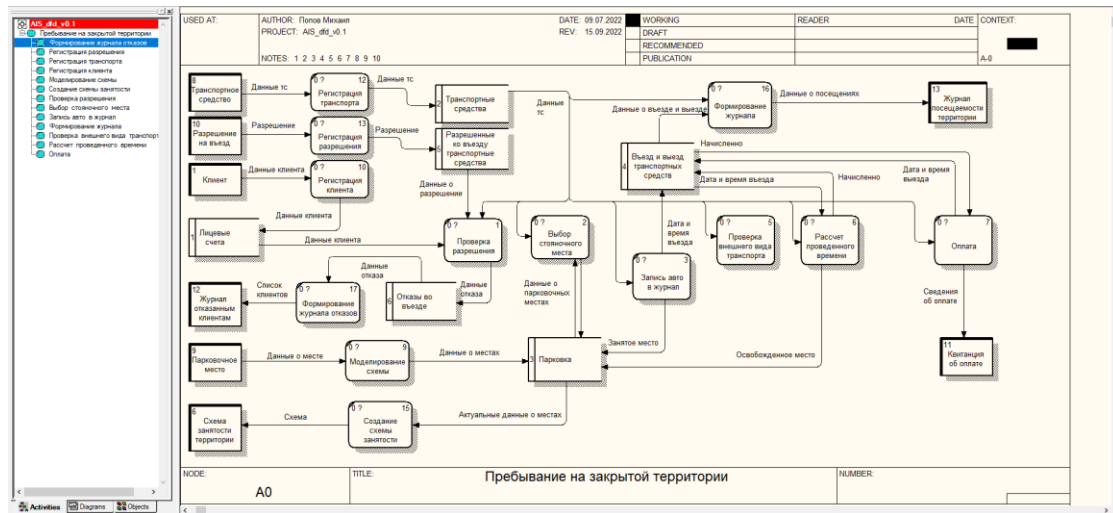


Рисунок 3. Уровень A0 – Поток обмена данных паркинга ASIS.

Анализ обычной неавтоматизированной парковки выявил три главные проблемы:

1. Обслуживание одного клиента занимает большой промежуток времени. Самыми долгими процессами являются: ручное внесение сведений, выбор стояночного места, расчет проведенного времени и оплата наличными;
2. Большие расходы на оплату труда администраторам или охранникам. Работа паркинга ведется круглосуточно. В ночную смену также требуется человек, который будет присутствовать на паркинге. Иногда крупным территориям еще требуется администратор, который будет решать организационные вопросы;
3. Отсутствие возможности формирования отчетов в разрезе клиентов и транспортных средств. Периодически возникает необходимость выявить постоянных клиентов, посчитать сколько раз было отказано конкретному транспортному средству или среднюю продолжительность парковки. При большом желании и наличии времени можно обособить и подсчитать такие данные, но на постоянной основе физические журналы не могут предоставить такой возможности.

Следствием большого промежутка времени, затраченного на одного клиента, является потеря других потенциальных клиентов. В модели ASIS насчитывается 11 процессов при въезде и выезде, 4 из них признаны долгими. Это треть всех процессов, и это сообщает о низкой эффективности работы парковки. При интенсивном потоке клиентов, будет потеряна большая их часть.

Минимальное количество персонала для обслуживания одного паркинга – 2-3 человека. С ростом площади или числа паркингов, количество рабочих будет только увеличиваться. Некоторые специфичные или большие по площади территории будут требовать найм дополнительного персонала, что увеличит расходы в геометрической прогрессии. Следствием больших расходов на оплату труда является невозможность улучшения качества обслуживания, расширения территории, увеличение количества паркингов, внедрения новых технологий, в целом – развития паркинга.

Способность сформировать любой отчет в любом разрезе позволяет выявить сильные и слабые стороны процесса управления, обнаружить недостатки работы паркинга, найти потенциальные источники прибыли. Следствием отсутствия возможности формирования отчетов лишает возможности эффективного управления паркингом опираясь на результаты отчетов.

В целом, нет необходимости кардинально менять модель. Её невозможно сократить, не потеряв качество исполнения услуг, а увеличение количества процессов только усугубит ситуацию. После анализа выявленных проблем и просчета вариантов их решения, были выработаны следующие требования к информационной системе:

1. Автоматизированная фотофиксация транспортных средств;
2. Автоматизированное внесение данных о транспортном средстве в базу данных;
3. Автоматизированное определение парковочного места;
4. Автоматизированное выставление счета за услугу;
5. Автоматизированное списание денежных средств с баланса;
6. Формирование журналов отказов и посещений как общих, так и в разрезе конкретного транспортного средства.

Пункты 1-5 решают проблему медленных процессов и персонала. Полностью автоматический паркинг способен обслуживать клиентов без дополнительной помощи, однако, при желании можно закрепить администратора или оставить телефонный номер для связи. Пункт 6 придает гибкость управлению паркингом.

Чтобы выполнить поставленные требования, необходимо заменить оператора на средство фотофиксации и систему обработки данных. Это изменение повлечет ускорение обработки одного клиента и предоставит набор отчетов для удобного управления системой.

В заключении стоит отметить, что был рассмотрен только первый этап жизненного цикла разработки информационной системы. Благодаря структурному подходу у нас есть возможность провести доскональный анализ предметной области<sup>3</sup>. А сбор данных с различных автостоянок позволил сформировать среднестатистическую модель паркинга ASIS. В CASE-средстве BPwin были смоделированы IDEF0 ASIS и диаграмма потока данных<sup>4</sup>. Построенные модели позволили оценить качество работы предприятия и выявить проблемные места. Потенциальные угрозы, которые они несут были описаны и были предложены варианты решения данных проблем. Однако внедрение изменений в действующую модель – второй этап жизненного цикла автоматизированной информационной системы.

\*\*\*

1. Анисимова, Г. Б. Выбор методологии проектирования информационных систем. I. Критерии / Г. Б. Анисимова, М. В. Романенко // Научное обозрение. — 2014. — № 12–2. — С. 539–542.
2. Романенко, М. В. Выбор методологии проектирования информационных систем. III. Структурный подход / М. В. Романенко, Г. Б. Анисимова // Научное обозрение. — 2017. — № 22. — С. 74–79
3. Маклаков, С. В. Создание информационных систем с All Fusion Modeling Suite. / С. В. Маклаков. — Москва : ДИАЛОГМИФИ, 2012. — 432 с.
4. Маклаков, С. В. BPWin и ErwinCASE — средства разработки информационных систем / С. В. Маклаков. — Москва : ДИАЛОГМИФИ, 2010. — 34 с.

**Сизова Н.А., Мамышев Р.Э.**

### **Анализ систем пожарной сигнализации, применяемые на объектах магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-335

#### **Аннотация**

В статье рассмотрены основные примеры систем пожарной сигнализации, применяемые на объектах магистрального трубопроводного транспорта и описаны их преимущества и недостатки, а также перечислены типы пожарных извещателей, применяемых в системах автоматизации пожаротушения и рассмотрены различия исполнений аппаратных средств на нижнем уровне системы автоматизации пожаротушения и пожарной сигнализации.

**Ключевые слова:** пожарная сигнализация, система пожаротушения, магистральный трубопровод, пожарный извещатель, порговая ПС, Адресная-опросная ПС, Адресно-аналоговая ПС.

### Abstract

The article discusses the main examples of fire alarm systems used at the facilities of main pipeline transport and describes their advantages and disadvantages, as well as lists the types of fire detectors used in fire extinguishing automation systems and considers the differences in hardware versions at the lower level of the fire extinguishing automation system and fire alarm.

**Keywords:** fire alarm, fire extinguishing system, main pipeline, fire detector, threshold substation, addressable interrogation substation, addressable analog substation.

В большинстве своем объекты магистрального транспорта нефти являются взрывопожароопасными зонами. На различных объектах и технологических установках взрывопожароопасность обусловлена различными причинами. На нефтеперекачивающей станции (далее по тексту – НПС) взрывопожароопасность обусловлена возможностью выхода в рабочую зону нефти или нефтепродуктов, и как следствие скопление ее паров. Нефть пожароопасна поскольку является легковоспламеняющейся жидкостью, а ее пары могут создать взрывоопасную концентрацию. Пожар на таком объекте как насосная станция может не только послужить причиной огромных материальных потерь, но и гибели людей.

Не смотря на то что все технологические установки оснащены необходимым объемом технических средств, которые обеспечивают высокую безаварийность технологического процесса, вероятность возникновения пожара остается. Для своевременного обнаружения пожара, оповещения о возникновении пожара и принятия мер по его локализации и ликвидации на объектах транспорта нефти применяются системы автоматизации пожаротушения (далее по тексту – СА ПТ), системы пожарной сигнализации (далее по тексту – ПС) и системы оповещения и управления эвакуацией.

Технологические площадки (МНС, ПНС, РП, СИКН и др.) оснащаются системами автоматизации пожаротушения (далее по тексту – СА ПТ). СА ПТ на них выполняет функции обнаружения пожара и оповещения о нем, а также производит управление исполнительными устройствами (т.е. производит тушение). Блок боксы телемеханики, административные здания, операторные, хозяйственные и другие помещения оснащаются системой ПС. ПС в них выполняет функции обнаружения пожара и оповещения о пожаре. Объекты с постоянно присутствующим персоналом, оснащаются системой оповещения и управления эвакуацией.

Из выше сказанного следует что между системами есть некоторое сходство в функциях. Это сходство обуславливает схожий по функционалу приборный парк на нижнем уровне систем автоматизации.

**Типы пожарных извещателей, применяемых в СА ПТ.** Для обнаружения пожара технологический объект делится на защищаемые зоны. Защищаемая зона – это одно локальное помещение или площадка. Например, МНС, ПНС, отдельно стоящая маслосистема, помещение регуляторов давления. Вне зависимости от того защищается зона средствами СА ПТ или средствами системы ПС каждая защищаемая зона контролируется не менее чем двумя автоматическими пожарными извещателями, включенными в два независимых шлейфа. В шлейфе автоматические многодиапазонные пожарные извещатели пламени работают по интерфейсу RS-485.

В качестве аппаратных средств на нижнем уровне СА ПТ и ПС применяются однотипные по принципу действия, но разные по исполнению устройства: автоматические и ручные пожарные извещатели, а также исполнительные механизмы – световые и звуковые оповещатели [1].

Состав нижнего уровня СА ПТ намного шире чем ПС и для того что бы сразу их разграничить рассмотрим их отличия:

- средства СА ПТ в частности извещатели (и ручные и автоматические), а также средства оповещения имеют, как правило, взрывозащищенное исполнение, в то время как средства ПС, как правило, общепромышленное;
- аппаратного подключение к МПСА и реализация программных алгоритмов защит, связанных с системами различно. Так, например, средства СА ПТ подключаются непосредственно к модулям ввода информации контроллера, а средства СА ПС к вторичным устройствам – приемно-контрольным приборам.

Также отличие заключается в том, что в СА ПТ дополнительно входят такие исполнительные устройства, как электропривода насосов пожаротушения и циркуляционных насосов, электропривода задвижек пожаротушения, клапана огнепреградительные и другое силовое оборудование. Также в нижний уровень СА ПТ входит оборудование КИП, которым оснащены баки дозаторы, резервуары пожарного запаса, насосы пожаротушения: приборы контроля давления, температуры, уровня и расхода и др.

**Виды систем пожарной сигнализации.** Принцип действия средств обнаружения пожара и оповещения о пожаре применяемых в СА ПТ и в ПС аналогичен. Отличия между средствами заключается главным образом в наличии взрывозащиты устройств нижнего уровня, а также в способе их подключения к среднему уровню. Так устройства, относящиеся к СА ПТ подключаются к модулям ввода-вывода информации контроллера СА ПТ, а средства ПС подключаются к вторичным приборам – ПКУ. В зависимости от варианта подключения устройств полевого уровня к ПКУ системы ПС подразделяются на различные группы. Их мы рассмотрим ниже [2].

*Пороговая(неадресная).* У данной системы пожарной сигнализации все датчики имеют заранее установленный порог срабатывания. Таким образом, в случае применение тепловых пожарных извещателей, при достижении или превышении температуры установленного порога в рабочей области извещателя, на контрольную панель ПС подается соответствующий сигнал, что приводит к срабатыванию извещателя. Кроме того, у подобной системы есть своя особенность – это радиальная топология построения шлейфов сигнализации. Это означает, что к контрольной панели подключены кабели пожарных шлейфов, к каждой из которых можно включить до 30 датчиков. Срабатывание любого датчика приводит к отображению на контрольной панели ПС номера шлейфа, к которому подключен данный извещатель.

Преимуществом данной группы является относительно невысокая стоимость, а недостатком – возможность несвоевременного обнаружения пожара, высокая стоимость монтажных материалов, кроме того, нет возможности контролировать работоспособность извещателей [1].

*Адресная-опросная.* Отличительной особенностью данной системы является различие в алгоритме связи между контрольной панелью ПС и датчиком. Т.е. в данной системе контрольная панель не принимает сигналы о состоянии пожарных извещателей, как это происходит в пороговой системе, а самостоятельно опрашивает все подключенные к нему приборы. Этот алгоритм позволяет вести контроль за работоспособностью датчиков. На контрольную панель поступают следующие типы сигналов: «Норма», «Неисправность», «Отсутствие», «Пожар». Связь в пожарном шлейфе может быть реализована как по топологии «Кольцо», так и по топологии «Звезда» [1].

В качестве преимуществ данной группы являются высокая информативность получаемых данных от датчиков и контроль работоспособности извещателей, однако существует запаздывание в распознавании пожара.

*Адресно-аналоговая.* Ведущей системой пожарной сигнализации является адресно-аналоговая, поскольку помимо достоинств адресных-опросных систем она включает множество своих. В данной системе контрольная панель представляет собой сложный вычислительный прибор, который самостоятельно принимает решение о состоянии на объекте. Контрольная панель непрерывно считывает информацию с подключенных извещателей и производит их анализ, после чего принимает окончательное решение. К примеру, тепловые датчики непрерывно отправляют данные о температуре рабочей зоны на контрольную панель, которая в свою очередь следит за значением температуры и динамикой его изменения. Адресно-аналоговая система позволяет своевременно обнаружить источник пожара и устранить его еще на ранней стадии возгорания. Целесообразно использовать элементы принятия решений на основе элементов искусственного интеллекта и концептуального анализа предметной области [3]. Кроме того, в основе принятия решения по срабатыванию пожарной сигнализации лежит процессно-ориентированная информационная система, которая играет ключевую роль в данном процессе [4].

В качестве преимуществ данной системы можно отметить раннее обнаружение возгораний, экономия на монтажных работах и расходных материалах, контроль работоспособности пожарных извещателей и компенсация чувствительности датчиков [5].

Примеры рассмотренных систем пожарной сигнализации представлены на рисунке 1.

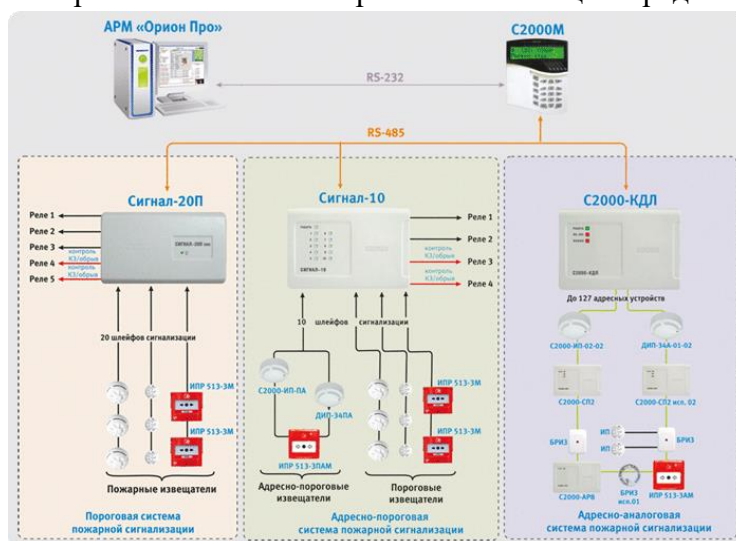


Рисунок 1. Структурные схемы АПС.

\*\*\*

1. Бурькова Е.В. Системы охранно-пожарной сигнализации: учебное пособие / Е. В. Бурькова; – Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019 – 134 с.
2. Синило В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации : учебник для нач. проф. образования / В. Г. Синилов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский центр «Академия», 2010 — 512 с.
3. Якимов В.Н., Дьяконов Г.Н., Машков А.В. Формирование онтологии предметной области на основе анализа NFL-континуума // Информационные технологии. 2006. № 3. С. 36-39.
4. Маслаков М.А., Якимов В.Н. Процессно-ориентированные информационные системы // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 11. С. 17-22.
5. Д. А. Себенцов, А. Н. Членов, И. Г. Неплохов. Руководство по применению адресно-аналоговых систем пожарной сигнализации. - М.: "Систем Сенсор Фаир Детекторс", 5 издание, 2007 - 75 с.: ил.

Сизова Н.А., Мамышев Р.Э.

## Разработка SCADA-системы атмосферно-вакуумной трубочатки на этапе подготовки сырья

Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-336

**Аннотация**

В статье рассматривается актуальная тема разработки SCADA-системы в программной среде «Trace Mode 6», которая позволит управлять сложным технологическим процессом и увеличит эффективность работы операторов.

**Ключевые слова:** атмосферно-вакуумная трубочатка, автоматизированная система управления, аварийные сообщения.

**Abstract**

The article deals with the actual topic of developing a SCADA system in the Trace Mode 6 software environment, which will allow you to manage a complex technological process and increase the efficiency of operators.

**Keywords:** atmospheric vacuum tube, automated control system, emergency messages.

Понятие «SCADA» имеет различные определения. Более точное определение данного термина звучит, как инструментальная программа, необходимая для визуализации технологического процесса, а также для автоматического контроля и управления данным процессом в настоящем времени. Основными задачами SCADA-системы является возможность удаленного управления исполнительными механизмами, обработка данных в режиме реального времени, вывод соответствующей информации о состоянии ТСА на экран оператора для обеспечения удобства восприятия, а также выработка информации о ходе технологического процесса и выпускаемой продукции. За счет использования SCADA-систем увеличивается эффективность управления технологическим процессом, появляется возможность отказа от рабочего труда в области сбора данных о состоянии системы и уменьшается общее количество неисправностей, которые могут возникнуть на производстве, за счет их устранения в автоматическом режиме [2].

Разработка АСУ ТП «подготовки сырья в АВТ-9» будет производиться в программе SCADA «Trace Mode 6». Данная программа представляет собой инструментальный комплекс, предназначенный для автоматизации и управления технологическим процессом [1]. В программе «Trace Mode 6» в компоненте «Экран» разработаем схему автоматизации. Используя соответствующие инструменты прорисуем блоки технологического процесса, а также графически отобразим ПИП, клапаны и линии связи с датчиками.

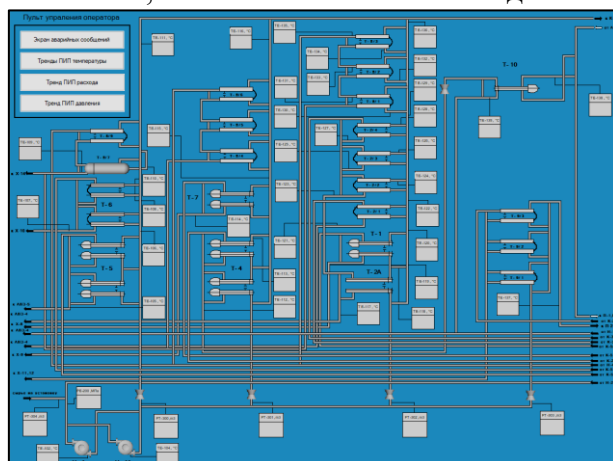


Рисунок 1. Схема автоматизации в SCADA Trace Mode.

Для отображения измеряемых параметров в местах расположения ПИП создадим аргументы с соответствующими наименованиями измеряемого параметра. После чего произведем привязку аргументов к соответствующим синусоидальным сигналам. После успешной привязки тегов всех ПИП к каналам узла, проверим работоспособность системы и правильность индикации показаний датчиков. Для этого запустим профайлер и сверим все данные. Проверка работоспособности системы и отображение показаний датчиков представлена на рисунке 2.

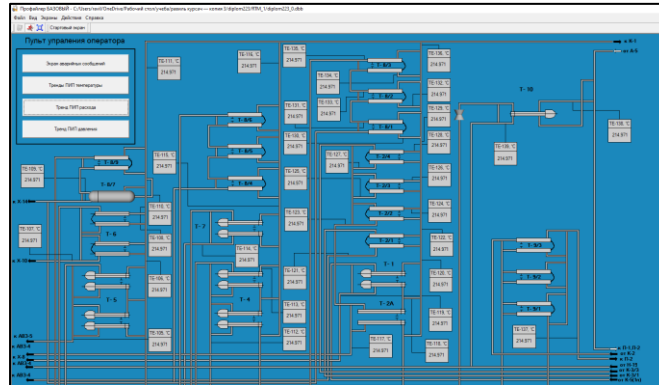


Рисунок 2. Отображение значений тегов на соответствующем ПИП.

Для предупреждения оператора о возможных аварийных ситуациях на технологической установке предусмотрен экран аварийных сообщений, для этого посмотрим, как происходит настройка и создание экрана аварийных сообщений. Создадим автоматическую систему получения аварийных сообщений, для чего необходимо будет создать в узле «RTM1» компонент «Словарь сообщений», подключить данный компонент к соответствующему каналу и настроить границы аварийных сообщений, для каждого параметра. После чего необходимо на экране аварийных сообщений создать кнопки внештатных ошибок. Для этого выберем элемент «Кнопка» и создадим 5 кнопок для внештатных ошибок. Для передачи данных от кнопок внештатных ситуаций, произведем настройку компонента «Канал HEX 16». Для этого переименуем текст битов, в соответствии со значениями, передаваемыми от кнопок внештатных ситуаций. Также настроим цвета отображения аварийных сообщений и текстовые сообщения «Словаря сообщений». Экран аварийных сообщений и настройка текстовых сообщений представлены на рисунках 3,4.

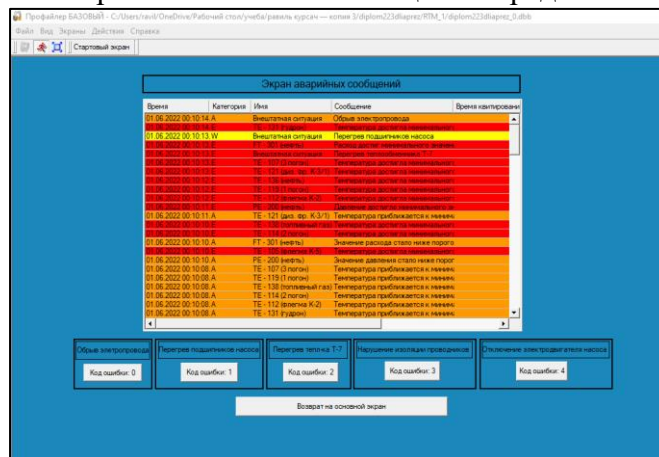


Рисунок 3. Экран аварийных сообщений.



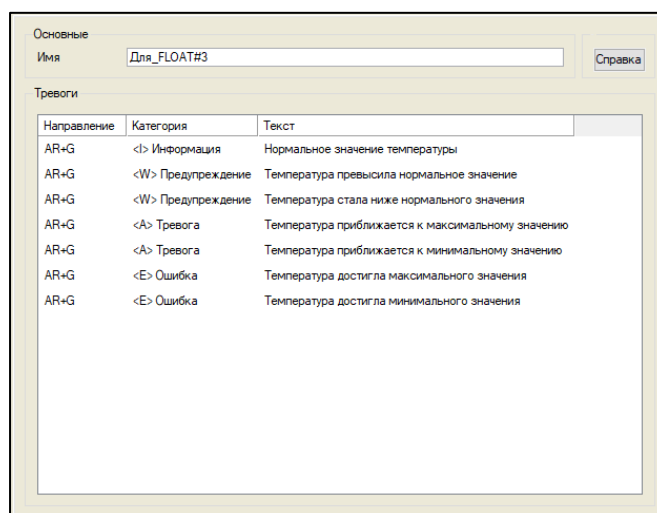


Рисунок 4. Настройка текстовых сообщений «Словаря сообщений».

Для постоянного контроля за параметрами технологического процесса оператору требуется экран с трендами процесса. Поэтому для имеющихся трёх параметров необходимо создать три экрана, на которых будет изображена динамика изменения измеряемых технологических параметров.

На каждом вновь созданном экране создадим ГЭ трендов. Для этого в панели инструментов во вкладке «Тренды» выберем необходимый тренд и разместим на экране. Далее для каждого ГЭ трендов создадим соответствующие теги по измеряемым параметрам. Для этого во вкладке «Кривые» в свойствах объекта тренда создадим пункт «Кривая1» и осуществим привязку кривой к соответствующему тегу. Тренды датчиков расхода уже запущенного проекта представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Тренды датчиков расхода.

Благодаря разработанной SCADA-системе, диспетчеры и должностные лица могут в реальном времени получать самую подробную информацию о состоянии технологического процесса. Доступ к данной информации дает возможность принимать правильные стратегические решения по улучшению и модернизации технологических процессов [3].

\*\*\*

1. А.А. Мезенцев, В.М. Павлов. Учебно-методическое пособие «САПР TRACE MODE 6». -Томск: Томский политехнический университет, 2012, 137с.
2. А.М. Зюзев, К.Е. Нестеров, И.С. Головин. SCADA-системы: учебное электронное текстовое издание. – Екатеринбург, 2009.
3. И. А. Елизаров, А. А. Третьяков, А. Н. Пчелинцев, В.А. Погонин, В. Н. Назаров, П. М. Оневский, Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы: учебное пособие – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 160 с. – 400 экз.

**Соболь А.Н., Андреева А.А., Федорев А.В.**  
**Исследования витковых коротких замыканий в статорной обмотке автономного асинхронного генератора**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-337

**Аннотация**

В настоящее время автономные асинхронные генераторы, имеющие возбуждение от конденсаторной батареи, находят применение в системах автономного электроснабжения. Предметом исследования были возникающие витковые короткие замыкания в обмотке статора генератора. В экспериментальных исследованиях было выяснено, что при витковых коротких замыканиях в обмотке статора асинхронного генератора, он не теряет возбуждение и продолжает функционировать, имеякрытый отказ. Данный факт снижает общие показатели надежности системы электроснабжения. Получены зависимости основных характеристик генератора от числа замкнутых витков. Данные показатели возможно использовать для построения соответствующих защит генератора.

**Ключевые слова:** статорная обмотка, асинхронный генератор, короткое замыкание, исследование, повреждение.

**Abstract**

Currently, autonomous asynchronous generators, having excitation from a capacitor bank, are used in autonomous power supply systems. The subject of the study was the resulting short circuits in the stator winding of the generator. In experimental studies, it was found that with short circuits in the stator winding of an asynchronous generator, it does not lose excitation and continues to function, having a covered failure. This fact reduces the overall reliability of the power supply system. The dependences of the main characteristics of the generator on the number of closed turns are obtained. These indicators can be used to build the appropriate generator protection.

**Keywords:** stator winding, asynchronous generator, short circuit, research, damage.

Благодаря простоте конструкции и надежности по сей день в промышленности и сельском хозяйстве находят применение автономные асинхронные генераторы (ААГ). Они используются в качестве источников питания в автономных системах электроснабжения [4].

Предметом исследования были возникающие витковые короткие замыкания в обмотке статора генератора. Дело в том, что в процессе эксплуатации асинхронных генераторов, как и любых электрических машин, неизбежно происходят различные процессы, связанные со старением статорной обмотки. Также обмотка подвергается различными вредными воздействиями, такими как высокая температура, механические воздействия, повышенная влажность и др. Такие негативные влияния приводят к нарушению изоляции между витками обмотки. Также имеет место образование различного вида трещин, отслоения эмали обмотки. Все это приводит к уменьшению электрической прочности в целом. В результате повреждения статорной обмотки генератора в ней могут возникать межвитковые и межфазные короткие замыкания (КЗ). При этом было установлено, что если замкнуто небольшое (3 – 5 %) витков, то работа генератора продолжается и он не теряет возбуждения. Это в итоге приведет к выходу его из строя и нарушению работы комплекса электроснабжения в целом. Также велика вероятность возникновения пожара из-за возгорания обмотки [1].

В целях имитации данных коротких замыканий нами был сделан опытная установка с асинхронным генератором. В обмотке статора были сделаны отпайки медным проводом различного сечения в несколько раз большего сечения проводников обмотки статора. Концы отпайек были выведены наружу из лобовой части генератора. Таким образом имелась возможность создавать различные комбинации витковых и фазных коротких замыканий.

Нами исследовались процессы в асинхронном генераторе, который выполнен на базе асинхронного электрического двигателя (4А100S4У3 (3 кВт, 1435 об/мин, номинальным током 6,7 А, коэффициентом мощности, равным 0,65, количеством витков в фазе 210), имеющего простую однослойную концентрическую обмотку статора [1].

В зависимости от вида электроустановок с асинхронным генератором его привод может быть различным. Например, в ветроустановке используется привод, не обладающий жесткой характеристикой вращающего момента. Для реализации этих различий в исследованиях нами использовались два типа приводов. В качестве привода с «жесткой характеристикой» (частота вращения вала  $\omega \approx \text{const}$ ) использовался привод на базе асинхронного электродвигателя (АД). Также был использован привод на базе двигателя постоянного тока, имеющего «не жесткую» характеристику ( $\omega = \text{var}$ ). В последнем случае поддерживалось постоянное напряжение 220 В. Возбуждение нашего асинхронного генератора происходило от батареи конденсаторов, которые соединены по схеме треугольник.

Необходимую для возбуждения емкость конденсаторов определяем по формуле [3]

$$C = \frac{P_n(\text{tg}\phi_r + \text{tg}\phi_n)}{2\pi f m U_c^2}, \quad (1)$$

где  $P_n$  – величина мощности асинхронного генератора;

$U_c$  – величина емкостного напряжения;

$f$  – величина частоты тока;

$\phi_r$  и  $\phi_n$  – соответственно значения углов сдвига фаз между напряжениями и токами генератора и нагрузки;

$m$  – количество фаз генератора.

В данном случае получаются довольно сложные расчеты необходимой для возбуждения генератора емкости. Поэтому нами при выборе емкостей конденсаторов были использованы рекомендации, данные в [2]. В итоге была принята емкость величиной 40 мкФ.

Нами сконструированная установка для проведения опытов, которая описана схемой в [1].

Данные, полученные в экспериментах приведены на рисунке 1. На нем показаны зависимости фазных токов  $I_{A1}$ ,  $I_{B1}$ ,  $I_{C1}$  (привод от двигателя постоянного тока) и  $I_{A2}$ ,  $I_{B2}$ ,  $I_{C2}$  (привод от асинхронного электродвигателя) генератора от количества короткозамкнутых витков в его статорной обмотке. Количество замкнутых витков определяется следующим соотношением

$$W = \frac{W_{K3}}{W_{обм}}, \quad (2)$$

где  $W_{K3}$  – количество замкнувшихся витков обмотки;

$W_{обм}$  – общее количество витков в фазе обмотки статора.

Величины генератора в случае привода от асинхронного двигателя имеют в обозначении цифру «1», а в случае привода от двигателя постоянного тока – «2». По результатам исследования выяснилось, что с увеличением количества короткозамкнутых витков происходит уменьшение фазных токов генератора. Соответствующие ниспадающие кривые представлены на рисунке 1. Аналогичный характер имеют емкостные токи, также представленные на рисунке 1.

Кроме того, рисунок отражает также зависимости фазных напряжений, токов нагрузки, числа оборотов, а также частоты тока генератора от количества короткозамкнутых витков по отношению к общему количеству витков в фазе генератора. В случае токов нагрузки, в отличие емкостных токов и напряжений, имеем практически прямые линии.

Также из рисунка можно увидеть, что в случае привода генератора от асинхронного электродвигателя частота тока и число оборотов практически не изменяются. Соответствующие зависимости представляют собой прямые линии, параллельные оси абсцисс. Однако, если мы имеем привод асинхронного генератора от двигателя постоянного

тока частота тока уменьшается на 1 – 2 Гц с увеличением количества замкнувшихся витков. Уменьшение наблюдается уже при 10 – 15 % короткозамкнутых витков в обмотке.

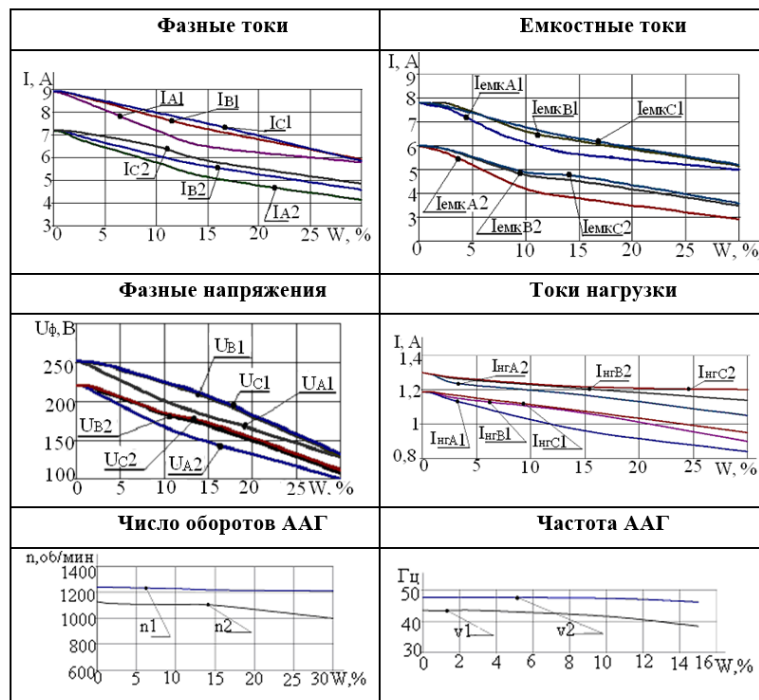


Рисунок 1. Информационные характеристики повреждений ААГ.

На рисунке 2 представлены соответствующие кривые токов, в короткозамкнутом контуре статорной обмотки генератора. Ток этот в несколько раз превышает номинальное значение. Для генератора, питающего нагрузку, с увеличением количества замкнувшихся витков с 1 % до 30% ток в этих витках изменяется с  $1,7 I_{ном}$  до  $4 I_{ном}$  ( $\omega \approx const$ ) и с  $2 I_{ном}$  до  $2,8 I_{ном}$  ( $\omega = var$ ). Наибольшее значение тока короткого замыкания наблюдается при 3 % замкнувшихся витков и превышает номинальный в 5 - 7 раз. С увеличением количества замкнувшихся витков до 25 – 35 % происходит развозбуждение генератора.

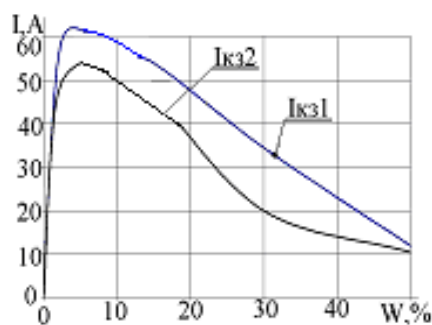


Рисунок 2. Токи в короткозамкнутой обмотке.

Таким образом экспериментальным путем было выяснено, что в случае витковых коротких замыканий в обмотке статора асинхронного генератора, он не теряет возбуждение и продолжает функционировать, имеякрытый отказ. Данный факт снижает общие показатели надежности системы электроснабжения. Получены зависимости основных характеристик генератора от числа замкнутых витков. Данные показатели возможно использовать для построения соответствующих защит генератора.

\*\*\*

1. Богдан А.В. Диагностика повреждений обмотки статора автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Известия вузов. Электромеханика. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2013. - № 1. - С. 70-71.

2. Будзко, И.А. Использование асинхронных двигателей для освещения мастерских МТС [Текст] / И.А. Будзко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – №4. – С. 26 – 28.
3. Григораш, О.В. Асинхронные генераторы в системах автономного электроснабжения / О.В. Григораш // Электротехника. – 2002. – № 1. – С. 30 – 34.
4. Торопцев Н. Д. Области применения асинхронных генераторов / Н. Д. Торопцев // Энергетик. – 2004. – № 3. – С. 31 – 34.

**Суфиянов Р.Ш.**

**Эвристика в инженерном творчестве**

*Бронницкий филиал ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный  
технический университет (МАДИ)»  
(Россия, Бронницы)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-338

**Аннотация**

Методы инженерного творчества нацелены на поиск решения разнообразных задач и применяются, как правило, в условиях недостатка информации. Будущее, связанное с применением новых прорывных технологий, в том числе используемых в автомобилестроении, находится за «горизонтом». И за этот горизонт можно попытаться заглянуть лишь силой воображения, творческой мысли и с применением эвристических методов инженерного творчества.

**Ключевые слова:** эвристические методы, метод мозгового штурма, основные принципы, будущее автомобилестроения, навыки.

**Abstract**

Methods of engineering creativity are aimed at finding solutions to various problems and are usually used in conditions of lack of information. The future associated with the use of new breakthrough technologies, including those used in the automotive industry, is beyond the horizon. And beyond this horizon, you can try to look only with the power of imagination, creative thought and with the use of heuristic methods of engineering creativity.

**Keywords:** heuristics, brainstorming, fundamentals, the future of the automotive industry, skills.

Научно-технический прогресс в развитии производительных сил, в первую очередь, определяется деятельностью инженеров, способных решать самые различные технические задачи, решения которых, в целом ряде случаев, не могут быть найдены без творческого подхода. Подобные задачи часто возникают при разработке новых машин, механизмов, приборов, технологий или появляются в то время, когда необходимо проводить работы по реконструкции (модернизации) уже существующих.

Известны многие методы инженерного творчества, которые условно можно разделить на две группы [1]: эвристические методы технического творчества и компьютерные методы поискового конструирования. Эвристика (от греч. – «открываю») - это методология научного исследования, направленная на изучение специфики созидательной деятельности.

Широко известно восклицание Архимеда «Эврика!», произнесенное им после решения весьма трудной задачи, решение которой было найдено им совершенно «случайно». Как повествует легенда, Архимеду царем Гиреоном (250 лет до н.э.) было поручено определить из чистого ли золота корона, изготовленная мастером.

В те времена уже были известны способы создания сплавов золота с другими металлами, в частности с медью и с серебром, плотность которых существенно меньше плотности золота. У царя возникли сомнения – не присвоил ли мастер часть золота, заменив его на более дешевые металлы.

Решение этой, сложной по тем временам задачи, было найдено Архимедом во время купания в ванной, когда он обратил внимание на то, что при погружении в воду происходит ее

вытеснение из ванны. Следовательно, таким образом можно определить объем погружаемого тела, равного объему вытесненной воды, при этом как повествует легенда, он и воскликнул свое знаменитое слово.

Взвесив корону, и определив данным способом объем короны, Архимед рассчитал плотность материала, из которого была сделана корона, и эта плотность оказалась меньше плотности чистого золота. Таким образом, были подтверждены опасения царя и раскрыт обман мастера.

Эвристические методы основаны на эффектах «озарения» и синергии. Они стали использоваться еще в древности, в частности, как в вышерассмотренном случае. Эти методы инженерного творчества нацелены на поиск решения разнообразных задач и применялись, как правило, в условиях недостатка информации.

Первоначально они базировались на переборе самых различных вариантов и рассмотрении аналогий. С течением времени исследуемые объекты усложнялись и такие методы проб и ошибок, входили в противоречие с темпами появления (создания) новых объектов и их масштабами. Возникла необходимость в более взвешенном подходе к решению инженерных творческих задач с созданием и использованием эвристических подходов.

Понимание эвристических методов в различных областях знаний с течением времени сильно трансформировалось под влиянием специфики ее применения в различных научных областях: философии, психологии, кибернетики, логики, педагогики, которые взаимно дополняли друг друга. Рассмотрим более подробно один из эвристических методов - метод «мозгового штурма», называемый также методом «мозговой атаки».

В 1953-м году вышла в свет книга Алекса Осборна "Управляемое воображение: принципы и процедуры творческого мышления" [2], в которой он сформулировал основные принципы решения научных и практических задач, которые впоследствии и получили название «мозговой штурм».

За основу этого метода был взят подход к решению трудных задач, используемый в прошлом древними племенами. Когда племя попадало в какую-то сложную и непривычную ситуацию, то представители племени опрашивали каждого из племени - какой он видит выход из этой ситуации. После этого они делали выбор в пользу того или иного варианта.

Основные принципы мозгового штурма, необходимые для успешного его применения [3], сформулированные Осборном представлены в таблице 1.

Основными преимуществам мозгового штурма являются:

- простота метода; оперативность;
- коллективный разум (мышление);
- многоаспектный подход к решению проблемы;
- возможность высказывания и применения нестандартных идей.

Таблица 1

Основные принципы мозгового штурма.

№	Принцип	Пояснение
1	Количество важнее качества	Необходимо высказывать как можно большее количество самых различных идей и предложений, т.к. они могут послужить появлению других идей и предложений у остальных участников обсуждения.
2	Критика идей	Во время обсуждения запрещается критика любых идей и предложений, если они даже, на первый взгляд, кажутся невероятными.
3	Модернизация идей	Идеи и предложения, высказанные в процессе обсуждения, интегрируются, систематизируются, уточняются и выбираются.

Недостатками метода являются:

- отсутствие четкого алгоритма действий;
- непредсказуемость результатов;
- возникновение трудности выбора из множества предложенных вариантов.

Мозговой штурм относят к методам генерации новых идей для ученых, применяется в процессе профессиональной деятельности сценаристов, копирайтеров, дизайнеров и инженеров, в том числе занимающихся разработкой новых моделей автомобилей и др.

Развивающийся автопром включает в разрабатываемые автомобили самые современные технологии, являющиеся продуктом междисциплинарного сотрудничества и использования цифровых технологий. Автомобильная отрасль достаточно быстро развивается и при создании новых моделей должны учитываться требования потребителей. Возникающие у производителей автомобильной продукции новые идеи должны основываться на определенных навыках, которые можно условно разделить на три типа [4]:

1. Навыки, заложенные базовым инженерным образованием, которые составляют знания в сфере машиностроения, электроники, электротехники и компьютерного моделирования;
2. Навыки интеграции, способствующие созданию новых образцов с ориентацией на клиентов и с широким применением различных управляющих систем;
3. Навыки роста, которые формируют у специалиста (инженера) определенный настрой на разумное управление рисками и на инновационный подход к решению технических задач.

Творческий подход к решению какой-либо трудной технической задачи прививается с привычки к наблюдению и анализу потребностей клиентов – потенциальных покупателей автомобилей. В этом может помочь нахождение ответов на несколько актуальных вопросов, среди них:

1. Какие ситуации не позволяют водителю (потенциальному покупателю – потребителю услуг) вмешиваться в процесс управления автомобилем или какое вмешательство водителя будет ненужным (чрезмерным);
2. В каких случаях водитель либо не контролирует ситуацию, либо осуществляет ненужный (чрезмерный) контроль.

Автомобиль должен отвечать требованиям, которые предъявляются покупателями. Например, одной из «проблемных» операций, выполняемых водителями, является параллельная парковка, при проведении которой возникают аварийные ситуации.

В этой связи замечательным творческим решением, воплощенным в конструкциях современных автомобилей стала разработка, позволяющая выполнять парковку в автоматическом режиме самим автомобилем без участия водителя. Данные системы уже используются в целом ряде моделей автомобилей, среди них: Audi; Ford; Tesla; BMW; Jaguar; Volvo; Mercedes Benz; Volkswagen и др. [5].

Будущее, связанное с применением новых прорывных технологий, в том числе используемых в автомобилестроении, находятся за «горизонтом». И за этот горизонт можно попытаться заглянуть лишь силой воображения, творческой мысли и, в том числе, с применением эвристических методов инженерного творчества.

\*\*\*

1. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учебн. пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
2. Мозговой штурм. История происхождения метода. Электронный ресурс: <https://dzen.ru/media/id/5dc997479f1ed62dfcea1ba8/mozgovoi-shturm-istoriia-proishojdeniia-metoda-60f7099b0b94214819687693>.
3. Как провести мозговой штурм: основные правила, методы и ошибки. Электронный ресурс: <https://saeindia.org/how-mobility-engineers-can-build-a-creative-mindset/>.
4. Как инженеры по мобильности могут сформировать творческое мышление. Электронный ресурс: <https://saeindia.org/how-mobility-engineers-can-build-a-creative-mindset/>.
5. Самостоятельная парковка автомобилей: краткое руководство. Электронный ресурс: <https://www.caranddriver.com/research/a31995350/self-parking-cars-quick-guide/>.

Трушина Д.Р.<sup>1</sup>, Мельниченко М.С.<sup>2</sup>

Расчет дополнительного армирования железобетонного резервуара шаговым методом

<sup>1</sup>ООО «Технология»<sup>2</sup>Брянский государственный инженерно-технологический университет

(Россия, Брянск)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-339

**Аннотация**

Цилиндрические железобетонные резервуары многие годы являются объектом научных исследований, так как при их использовании актуальной проблемой остается ограничение образования трещин, вследствие внутреннего давления от содержимого емкости. Помимо этого, пониженной жесткости конструкции, существует опасность коррозии арматуры.

В конструкциях с тонкими стенками эффективным решением будет сочетать стальную арматуру с короткими волокнами или сеткой из стекловолокна. Арматура воспринимает большую часть растягивающих и изгибающих усилий, а стекловолокно (стенка) у поверхности образует дополнительное противодействие изгибающих напряжений и останавливает раскрытие трещин.

С этой целью в данной статье был проведен расчёт дополнительного армирования железобетонного цилиндрического резервуара.

**Ключевые слова:** шаговый метод, метод конечных элементов, дисперсное и дискретное армирование, железобетонный резервуар.

**Abstract**

Cylindrical reinforced concrete tanks have been under scientific research for many years, as crack formation limitation due to internal pressure from the contents of the tank remains a relevant problem in their application. Moreover, due to the decreasing structure rigidity, there is a risk of reinforcement corrosion.

For constructions with thin walls an effective solution is to use a combination of steel reinforcement with short fibres or fibreglass wire mesh. The reinforcement absorbs most of the bending and tensile forces while the fibreglass mesh at the surface provides additional resistance to the bending loads and stops the cracks from opening.

For this reason, the calculation of additional reinforcement for a ferro-concrete cylindrical tank has been carried out in this paper.

**Keywords:** step-calculate method, finite element method, dispersed and discrete reinforcement, ferro-concrete tank.

Изучим проектирование железобетонного резервуара с дополнительным армированием стекловолокном по предельному состоянию второй группы. Так как днище резервуара представляет собой круглое основание на упругом грунте (винклеровское основание), то потенциальная энергия системы суммируется из потенциальной энергии основания и потенциальной энергии конструкции.

Для винклеровского основания функционал Лагранжа имеет вид:

$$I = \frac{1}{2} \vec{q}^T K_1 \vec{q} + \frac{1}{2} \vec{q}^T K_2 \vec{q} - \vec{q}^T \vec{F} + \frac{1}{2} \vec{W}^T K_3 \vec{W} \quad (1)$$

где  $\vec{F}$  – вектор узловой силы;  $\vec{q}$  – вектор узлового перемещения резервуара;  $\vec{W}$  – вектор узлового перемещения основания;  $K_1$  и  $K_2$  – матрицы жёсткости оболочки и днища соответственно;  $K_3$  – матрица жесткости основания.

При круговой цилиндрической оболочке при симметричном относительно оси нагружении возникают следующие внутренние усилия:



1. Изгибающий момент  $M_1$  – ему соответствует нормальное напряжение  $\sigma_x$ .
2. Поперечная сила – соответствует касательное напряжение  $\tau$ .
3. Кольцевое усилие и изгибающий момент  $M_2$  в перпендикулярной плоскости – им соответствует нормальное напряжение  $\sigma_y$ .

Для упрощения и наглядности при расчете оболочки нулевой кривизны будем использовать плоские элементы, тем самым геометрические особенности железобетонной оболочки обеспечивается рассмотрением вписанного многогранника – такой подход объясняется, тем что при расчете нагрузок главным условием является вписывание конечных элементов в геометрию оболочки.

Матрица жесткости прямоугольного плоского элемента оболочки выводится через совмещение матриц жесткости прямоугольных элементов плоского напряженного состояния и пластинки.

Однако, как и на практике и на теории тут и там встречаются процессы и состояния, при характеристике которых используют величины с разрывами. Единичная функция Хевисайда:

$$\Omega(x - x_0) = \begin{cases} 1, & x < x_0 \\ 0, & x > x_0 \end{cases} \quad (2)$$

Для примера возьмем разрыв модуля продольной упругости.

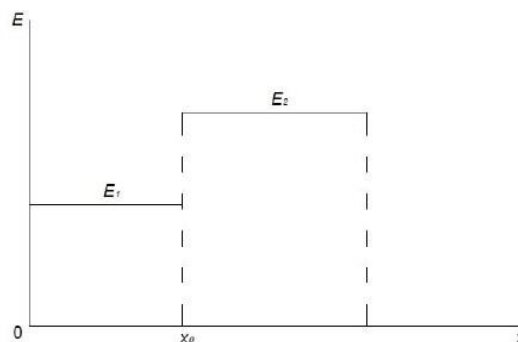


Рисунок 1. Ступенчато-переменная функция модуля упругости.

При использовании функции Хевисайда функция  $E(x)$  получает следующий вид:

$$E(x) = E_1[1 - \Omega_0(x - x_0)] + E_2\Omega_0(x - x_0) = E_1\left[1 - \left(1 - \frac{E_2}{E_1}\right)\Omega_0(x - x_0)\right] \quad (3)$$

В случае если разрывов несколько зависимость (3) получается следующей:

$$E(x) = E_1\left[1 - \sum_{i=2}^S \left(1 - \frac{E_i}{E_{i-1}}\right)\Omega_0(x - x_i)\right] \quad (4)$$

где  $E_i$  – модуль на  $i$ -ом участке, то есть  $[x_{i-1}, x_i]$  при этом  $x_0 = 0$ . Статическую симметрию резервуара обеспечивает гидростатическая нагрузка:

$$p = \gamma(H - x) \quad (5)$$

где  $\gamma$  – объемный вес жидкости;  $H$  – высота резервуара;  $x$  – соответствующая ей координата, отсчитываемая от днища.

При условии симметрии из шести уравнений равновесия три удовлетворяются тождественно. Последние уравнения показывают постоянство продольных сил вдоль оси  $X$ . В следствие их малой величины в сравнении с другими силами ими можно пренебречь.

Оставшиеся два уравнения преобразуют в виде:

$$\frac{d^2M}{dx^2} - \frac{N}{R} = -p \quad (6)$$

$$\text{Или} \quad D \frac{d^4M}{dx^4} - Eh \frac{W}{R^2} = p \quad (7)$$

где  $D$  – цилиндрическая жесткость оболочки.

Уравнение (7) совпадает с уравнением балки на упругом основании и имеет аналитическое решение [9].

Вычисляем изгибающий момент:

$$M_2 = \nu M_1 \quad (8)$$

Расчет нагрузок резервуара с симметричной нагрузкой усложняется при адаптации конструктивного решения с помощью переменного дисперсного или дискретного армирования.

Для наибольшей эффективности технологии производства уместно наращивать дисперсное армирование от одного участка оболочки к другому. Следствием этого является ступенчато-переменное изменение характеристик фибробетона.

При данных условиях задача становится нелинейной: используем шаговый метод в конечно-элементарной интерпретации [9]. Жидкость заполняет резервуар с шагом  $n$  метров по высоте оболочки.

При первом шаге берём минимальный процент дискретного и дисперсного армирования (последнее применяем до нижней трети резервуара). Находим внутренние усилия  $M_1$ ,  $Q$ ,  $N$ ,  $M_2$  и на напряжения  $\sigma_x$ ,  $\tau$ ,  $\sigma_y$ . Приняв во внимание расчетные сопротивления стержневой или проволочной арматуры сжатию ( $R_{sc}$ ) и растяжению ( $R_c$ ) [10], а также такого же рода сопротивления фибробетона  $R_{fb}$  и  $R_{fbt}$  [11,12] проверяем условие прочности для арматуры и крайних волокон железобетона:

$$\begin{aligned} \sigma_x \leq R_s; \sigma_y \leq R_s; \sigma_x \leq R_{fbt}; |\sigma_x| \leq R_{fb}; \\ \sigma_y \leq R_{fbt}; |\sigma_y| \leq R_{fb}; \sigma_1 \leq R_{fbt}; |\sigma_2| \leq R_{fb}. \end{aligned} \quad (9)$$

Если условия не удовлетворяются – образуются трещины – нужно увеличить долю дискретного и дисперсного армирования.

На втором шаге появляется воздействие следующего слоя жидкости. Необходимо пересмотреть армирование резервуара согласно неравенству (9).

На последнем шаге корректируется армирование в меньшую сторону, если правые части (9) на порядок превосходят левые части неравенства.

Для примера рассмотрим железобетонный цилиндрический резервуар из бетона класса В20 с переменным дисперсным армированием, к которому приложена гидростатическая нагрузка  $p$  от жидкости с объемным весом  $\gamma = 10$  кН/м<sup>3</sup>. Стенки резервуара толщиной 10 см имеют трехступенчатую структуру из фибробетона с нарастающим к основанию модулем деформации. Коэффициент пуассона отличается при этом незначительно и принят единым и равным 0,2. Под днищем предполагается скалистое основание. Схема цилиндрического резервуара приведена на рисунке 2.

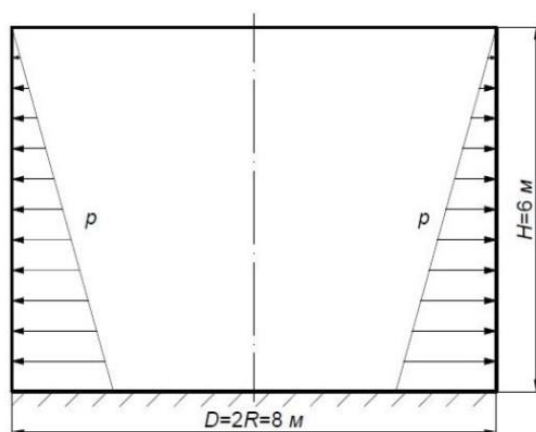


Рисунок 2. Цилиндрический резервуар, подверженный гидростатическому давлению.

При расчёте шаговым методом использовался вычислительный комплекс ЛИРА [11]. Гидростатическая нагрузка распределена на 10 шагов. В таблице 1 представлены внутренние усилия на последнем шаге. Использован конечный элемент с размерами 20\*70\*10 см.

Таблица 1

## Внутренние усилия в стенке цилиндрического резервуара.

x, см	M <sub>1</sub> , кН*см	Q, кН/см	N, кН/см	M <sub>2</sub> , кН*см
0	-6,47	0,278	0	1,03
100	1,12	-0,03	2,12	0,179
200	0,03	-0,002	1,65	0,005
300	-0,01	0	1,20	0,0016
400	0,002	0	0,08	0
500	0	0	0,04	0
600	0	0	0	0

Из сводной таблицы следует, что для восприятия растягивающих усилий необходима установка стальной арматуры класса А400 в продольном направлении в зоне, примыкающей к внутренней поверхности и в кольцевом направлении с процентом армирования 0,1 %.

Кроме того, осуществляется дисперсное армирование стекловолокном  $d = 15$  мкм; при  $0 < x \leq 2$  м  $l = 50$  мм, процент армирования 4,5 % ( $l$  – длина волокна,  $d$  – диаметр волокна); при  $0 < x \leq 4$  м  $l = 35$  мм, процент армирования 3%.

Расчёт круглых плит на упругом основании, моделирующих днища цилиндрических резервуаров детально изучен в книге [3].

Представленный в данной статье расчет цилиндрического железобетонного резервуара с дополнительным дисперсным армированием даёт возможность оптимизировать проценты дискретного армирования шаговым методом.

1. Лурье А.И. Статика тонкостенных упругих оболочек. М. – Л.: Гостехиздат. 1947. 252 с.
2. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. Л.: Судпромгиз. 1962. 432 с.
3. Овечкин А.М. Расчет железобетонных круглых резервуаров. М.: Стройиздат, 1950. 240 с.
4. Mishra P.K., Dey S.S. Discrete energy method for analysis of the analysis of cylindrical shells // Comput. And struct. 1987. 27. №6 p. 753-762.
5. Axelrad E.L., Emmerling F.A. On variational principles and consistency of elasticity relation of thin shells // Int. J. Non-Linear Mech. 1990. Vol. 25 №1 p. 27-44.
6. Gao Yang, Cheung Y.K. On the extremum complementary energy principles for nonlinear elastic shell // Int. J. Solids and Struct. 1990. Vol 26 № 5-6. P 683-693.
7. Смоляго Г.А., Дрокин С.В., Белоусов А.П., Пушкин С.А. Обследование железобетонного резервуара для хранения чистой воды // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1 С. 47-51.
8. Колкунов Н.В. Основы расчета упругих оболочек. М.: Высшая школа, 1972. 296 с.
9. Городецкий А.С. ПК ЛИРА, версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций: Справочно-теоретическое пособие. М.: 2003. 464 с.
10. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М.: ГУП «НИИЖБ», ФГУП ЦПП, 2004. 58 с.
11. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций (ВСН 56-97). М.: НТУ НИЦ «Строительство», 1997. 91 с.
12. Панченко Л.А. Строительные конструкции с волокнистыми композитами. Белгород: БГТУ. 2013. 184 с.

**Филатова А.В., Мельников С.А.**

### Визуализация транспортных сетей при геодезических работах

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-340

#### Аннотация

В статье проводится исследование на тему визуализации транспортных сетей при геодезических работах на выбранном участке трассы. При отображении объектов транспортной сети на карте можно использовать обычные визуализаторы, используемые для векторных данных при геодезических работах. Межрайонные связи – это картограмма укрупнённых транспортных потоков между транспортными районами. Между серединами транспортных районов проводятся линии, толщина которых делается пропорциональной величине обобщенного транспортного потока по всем дорогам между двумя районами.

**Ключевые слова:** транспортная сеть, геодезические работы, исследования, межрайонные связи, визуализация, транспортный поток.

### Abstract

The article conducts a study on the visualization of transport networks during geodetic work on a selected section of the route. When displaying objects of the transport network on the map, you can use the usual visualizers used for vector data during geodetic work. Inter-district links is a cartogram of enlarged traffic flows between transport areas. Lines are drawn between the midpoints of transport regions, the thickness of which is made proportional to the value of the generalized traffic flow on all roads between the two regions.

**Keywords:** transport network, geodetic works, research, inter-district communications, visualization, traffic flow.

При отображении объектов транспортной сети на карте можно использовать обычные визуализаторы, используемые для векторных данных при геодезических работах. Однако в ГИС имеются специфичные способы визуализации для транспортных сетей. Например, на рисунке 1 приведён пример улично-дорожной сети города. Видно, что дуги сети отображаются линиями со стрелками на концах, показывающими допустимые направления движения. Также видны маршруты общественного транспорта, которые представлены линиями со стрелками, идущими вдоль дороги.

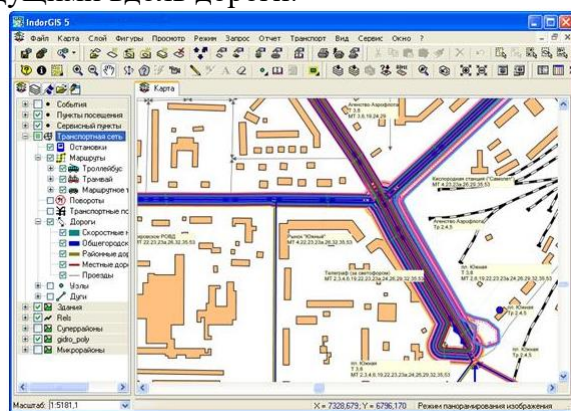


Рисунок 1. Фрагмент улично-дорожной сети города Самара с маршрутами транспорта.

В некоторых случаях информация о транспортной сети может отображаться иными способами, например, следующими:

1. Картограммы транспортных потоков (рисунок 2). В этом визуализаторе дуги сети отображаются линиями одинакового цвета, но разной толщины, которая пропорциональна транспортному потоку на соответствующей дуге сети. Транспортным потоком может быть количество автомобилей, проехавших по дороге за некоторое время (например, за час или сутки), количество пассажиров, перевезенных по указанной дуге, или что-то иное.



Рисунок 2. Пример визуализации транспортных потоков.

Межрайонные связи – это картограмма укрупненных транспортных потоков между транспортными районами. Между серединами транспортных районов проводятся линии,

толщина которых делается пропорциональной величине обобщенного транспортного потока по всем дорогам между двумя районами.

Поверхности в ГИС обычно представляются двумя способами – в виде регулярной или нерегулярной сети отсчетов, т.е. с помощью растровой или триангуляционной модели.

Существует несколько основных способов отображения поверхностей на карте:

1. Отображение цветами по высотам. Каждая точка на карте отображается цветом, который выбирается исходя из высоты соответствующей точки на поверхности (рисунок 3 а).

2. Светотеневое отображение (способ «отмывки рельефа»). В этом способе каждая точка на карте отображается цветом так, чтобы создавался эффект «выпуклого» трехмерного изображения (рисунок 3 б).

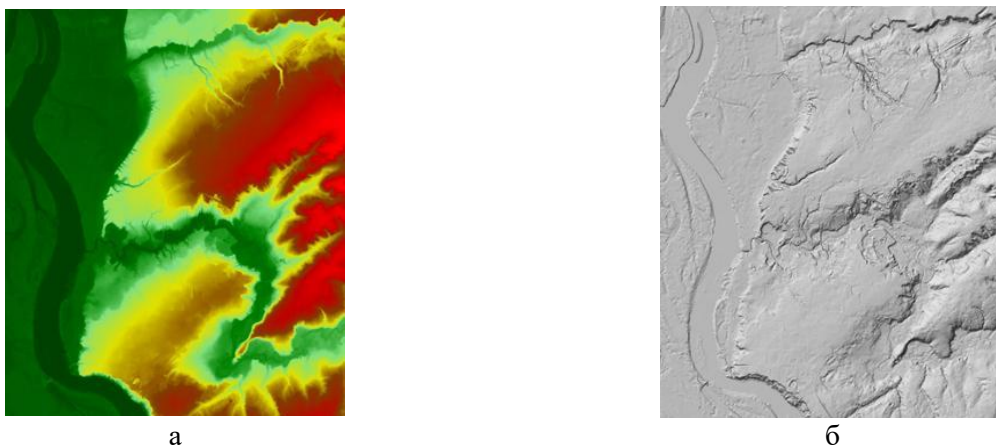


Рисунок 3. Отображение модели рельефа цветами по высотам (а) и светотенями (б)

3. Отображение изолиниями. Этот способ является наиболее. В нем на карте отображается множество изолиний – линий одинаковой высоты, проводимых через разные высотные отметки с некоторым шагом (рисунок 4 а).

4. Отображение изоконтуррами. Изоконтурры – это области на карте, в которых высоты распределены в некотором диапазоне. По сути, изоконтурры – это области между смежными изолиниями. Данный способ отображения является компьютерным обобщением способа изолиний, позволяя в ряде случаев более наглядно показать распределение высот на карте. При отображении изоконтурров на карте их часто раскрашивают в зависимости от высот отдельных контуров (рисунок 4 б).



Рисунок 4. Отображение модели рельефа изолиниями (а) и изоконтуррами (б)

5. Изображение изоклинами. Изоклины – это линии одинакового уклона на поверхности, построенные с определенным шагом. Уклон в данной точке поверхности измеряется как отклонение нормали к поверхности в этой точке от вертикали. Уклон может измеряться в градусах, однако наиболее часто он измеряется в процентах или промилле.

6. Отображение векторами уклонов. Этот способ визуализации обычно используется при работе в крупном масштабе, когда достаточно визуально определить направление и угол уклона поверхности. Обычно в центре каждой ячейки поверхности ставится стрелка, которая направлена в сторону наклона поверхности, а её длина показывает степень наклона: чем длиннее стрелка, тем больше уклон. Иногда вместо длины стрелки варьируется её толщина: чем толще стрелка, тем больше уклон.

7. Отображение экспозициями склонов. Данный способ позволяет визуально определить, в какую сторону света наклонена поверхность. Обычно все стороны света делят на 8 частей секторами по 45° (север, юг, запад, восток, северо-запад, северо-восток, юго-запад и юго-восток), а затем для каждой ячейки модели поверхности определяют направление уклона поверхности и выбирают один из 8 цветов отображения ячейки.

Трехмерная визуализация в ГИС является дополнительным иллюстративным средством, позволяющим интерактивно осмотреть цифровую модель местности с эффектом присутствия.

Обычная ЦММ зачастую не несёт в себе достаточно информации для создания полноценного трехмерного изображения. Такая ЦММ, дополненная вспомогательными сведениями, называется виртуальной моделью местности (ВММ), иногда называемой также сценой.

В настоящее время виртуальные модели местности отображаются на экране компьютера с помощью стандартных средств, имеющихся во всех современных компьютерах. Почти все современные компьютеры содержат в своём составе видеокарты, позволяющие работать в трехмерном режиме. Почти все операционные системы содержат программные библиотеки для трехмерной визуализации, среди которых наиболее известны OpenGL и DirectX. Использование той или иной программной библиотеки во многом накладывает определенные ограничения. В первую очередь, это ограничения по скорости, качеству и детальности визуализации.

В настоящее время средства работы с ВММ имеются во многих ГИС, однако их они имеют существенные ограничения.

На сегодня сформирована модель системы мониторинга и создан минимально достаточный программный продукт, позволяющий на первом этапе осуществить его внедрение, апробировать применительно к системе автомобильных дорог и определить направления по углублению и расширению созданной системы мониторинга, которая качественно изменит систему управления информацией в дорожном хозяйстве.

\*\*\*

1. ГОСТ Р 52293-2004 Геоинформационное картографирование. Система электронных карт. Карты электронные топографические. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2004.
2. ГОСТ Р 52573-2006 Географическая информация. Метаданные. – М.: Издательство стандартов, 2006.
3. СНиП 2.05.02-85. «Автомобильные дороги». – М; Госстрой РФ, 2001.
4. Бондарец А. Основные стратегии создания 3D моделей городов. [Электронный ресурс] / Статья: Рельеф и 3D//GIS-Lab. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/3dcities.html>. Дата обращения: 25.05.2011.
5. Введение в использование ArcGIS / Учебно-методическое пособие (для студентов дневной формы обучения спец. 6.07090 «Геоинформационные системы и технологии»). Сост. Шипулин В.Д. - Харьков: ХНАГХ, 2005. – 258 с.

Филатова А.В., Григорян Г.Э.

**Инженерная оценка гидрогеологических условий исследуемой местности района строительства**

*Самарский государственный технический университет  
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-341

**Аннотация**

В статье проводится исследование по инженерной оценке гидрологических условий местности района строительства. Дана оценка геологическим исследованиям и описана конструкция поперечных профилей земляного полотна. Исключение составили отдельные участки, где между четвертичными и мезозойскими водоносными горизонтами отсутствуют водоупорные пласты. В геологическом разрезе почти на всём протяжении встречаются грунтовые воды на глубине от 0,2 до 1,8 метров. Данные грунтовые воды относятся к надюрскому водоносному горизонту и приурочены к песчано-супесчаным отложениям нерасчлененного комплекса аллювиально-флювиогляциальных отложений и отложениям титонского яруса юрской системы.

**Ключевые слова:** инженерная оценка, исследуемая местность, строительство, отложения, геодезия, условия местности.

**Abstract**

The article conducts a study on the engineering assessment of the hydrological conditions of the area of the construction area. An assessment of geological research is given and the design of the transverse profiles of the subgrade is described. The exception was some areas where there are no water-resistant layers between the Quaternary and Mesozoic aquifers. In the geological section, groundwater is found almost throughout its entire length at a depth of 0.2 to 1.8 meters. These groundwaters belong to the over-Jurassic aquifer and are associated with sandy-sandy deposits of an undifferentiated complex of alluvial-fluvioglacial deposits and deposits of the Tithonian stage of the Jurassic system.

**Keywords:** engineering assessment, study area, construction, deposits, geodesy, terrain conditions.

Осадочные породы в районе строительства автодороги сложены палеозойскими, мезозойскими и четвертичными отложениями, среди которых чередуются толщи водопроницаемых и водоупорных пород. Это позволило выделить ряд водоносных горизонтов и комплексов, изолированных друг от друга. Исключение составляют отдельные участки, где между четвертичными и мезозойскими водоносными горизонтами отсутствуют водоупорные пласты.

Наличие выдержанного регионального кимеридж-келловейского водоупора, разделяющего осадочный чехол на два этажа, обладающих различными гидрогеологическими условиями. Верхний этаж включает водоносные горизонты и водоупоры четвертичных и мезозойских отложений, залегающих выше кимеридж-келловейского водоупора. В нижнем этаже развиты водоносные и водоупорные горизонты, залегающие ниже кимеридж-келловейского водоупора.

В геологическом разрезе почти на всём протяжении встречаются грунтовые воды на глубине от 0,2 до 1,8 метров. Данные грунтовые воды относятся к надюрскому водоносному горизонту и приурочены к песчано-супесчаным отложениям нерасчлененного комплекса аллювиально-флювиогляциальных отложений и отложениям титонского яруса юрской системы. Горизонт носит безнапорный характер.

Нижним водоупором служат отложения юрской системы.

Сезонные колебания уровня воды составляют 1,5м, что на отдельных участках приводит к выходу воды на поверхность и подтоплению территорий.

*По химическому составу, воды:*

- преимущественно хлоридно-гидрокарбонатного-магниево-кальциевого типа;
- преимущественно высокой агрессивностью по отношению к алюминиевым оболочкам кабелей;
- преимущественно низкой, местами средней степени агрессивности по отношению к свинцовым оболочкам кабелей;
- преимущественно слабой агрессивностью по отношению к бетону марки W4 по водонепроницаемости.

Трасса на участке ПК1700+00 – ПК1718+53 при помощи кривой радиусом 1500м обходит коттеджный посёлок, после чего на протяжении 707м проходит по прямой.

Затем на участке ПК1725+61 – ПК 1731+25 вписаны две обратные кривые радиусом 2500м и 2820м, что необходимо для ее прохождения в коридоре жилой застройки в районе пересечения её с существующей автодорогой Р-105 Егорьевское шоссе на ПК1730.

Общая длина трассы составляет 3,125км. Трасса имеет два угла поворота с минимальным радиусом 1500м.

При разработке продольного профиля по оси центральной разделительной полосы автодороги в соответствии с СП 34.13330.2012 табл. 10 и ГОСТ Р 52399-2005 табл. 1 для движения автотранспорта с расчётной скоростью 140 км/час были приняты следующие минимальные параметры:

- Минимальный радиус выпуклых кривых  $R_{\text{вып. min}} = 30\,000\text{м}$
- Минимальный радиус вогнутых кривых  $R_{\text{вог. min}} = 8000\text{м}$
- Наибольший продольный уклон - 30‰

Наименьшее расстояние видимости для остановки автомобиля – 275 м

Продольный профиль разработан по оси разделительной полосы.

При разработке «красной» линии продольного профиля опорными точками являлись:

1. Руководящая рабочая отметка, определённая с учетом минимальной высоты насыпи, рассчитанной согласно СП 34.13330.2012 п.6.33:

$$h = h_s + \Delta h \quad (1)$$

$h_s$  – расчётная высота снежного покрова в районе строительства дороги, равная 0,74м, в соответствии с ГОСТ 1635-80,

$\Delta h$  – возвышение бровки насыпи над расчётным снеговым покровом – 1,20м.

$$h = 1,20 + 0,74 = 1,94.$$

Руководящая рабочая отметка по оси разделительной полосы рассчитана по формуле:

$$h_{\text{рук.}} = h + \Delta h_p \quad (2),$$

$h$  – минимальная высота бровки насыпи - 1,94 м;

$\Delta h_p$  – разница между отметкой бровки земляного полотна и осью разделительной полосы – 0,42 м для участков с 4 полосами движения.

$$h_{\text{рук. (4 полос)}} = 1,94 + 0,42 = 2,36 \text{ м};$$

2. Минимальная высота засыпки над водопропускными сооружениями, которая согласно требованиям нормативных документов составляет 0,5м, не считая толщины укрепленных конструктивных слоёв дорожной одежды. Таким образом, рабочая отметка на пересечении с водопропускными трубами определена по формуле:

$$h_{\text{рук. тр.}} = h_{\text{тр}} + \Delta h_{\text{тр}} + 0,5 + h_{\text{до}} + \Delta h_p \quad (3)$$

$h_{\text{тр}}$  – диаметр отверстия водопропускной трубы,

$\Delta h$  – толщина стенки водопропускной трубы;



$h_{до}$  – толщина укрепленных конструктивных слоёв дорожной одежды – 0,39 м;

$\Delta h_p$  – разница между отметкой бровки земляного полотна и осью разделительной полосы

**3. Возвышение бровки земляного полотна над расчётной отметкой укрепления на территориях подтопления насыпи земляного полотна.**

На участке ПК1700+00 – ПК1731+25 проектная линия продольного профиля проложена исходя из необходимости обеспечить продольный уклон дороги не менее 5‰ для организации кюветов на присыпных бермах с целью сбора поверхностной воды в очистные сооружения.

Для пропуска автодороги А-107 ММК и железнодорожных путей запроектировано строительство эстакады на ПК1727+28. Проектная линия профиля на данном участке проложена с учётом соблюдения нормативных габаритов на пересечениях автомобильных и железных дорог.

– Тип 1.1 для насыпи высотой до 4-х метров – заложение откосов 1:1.75, с устройством с верхней стороны кюветов шириной по дну 0.6 м; заложение внешних откосов кювета – 1:2. Укрепление откосов насыпи засевом трав по слою растительного грунта 0,15 м (ПК1700+00-ПК1711+45,70; ПК1716+00-ПК1720+69,50), (рис.2.3.1);

– Тип 1.2 для насыпи высотой от 4-х до 6-ти метров – заложение откосов 1:1.75, с устройством с верхней стороны кюветов шириной по дну 0.6 м; заложение внешних откосов кювета – 1:2. Укрепление откосов насыпи засевом трав по слою растительного грунта 0,15 м (ПК1711+45,70-ПК1716+00; ПК1720+69,50-ПК1721+69,48), (рис.1).

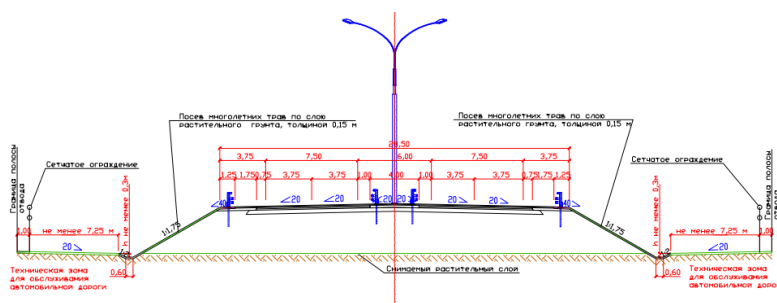


Рисунок 1. Поперечный профиль земляного полотна с насыпью высотой до 6 м.

– Тип 1.3 для насыпи высотой от 6 до 12 метров – заложение откосов до 6-ти метров 1:1.75, свыше 6 метров – заложение 1:2, с устройством с верхней стороны кюветов шириной по дну 0.6 м, заложение внешних откосов кювета – 1:2. Укрепление откосов насыпи рулонным материалом с посевом трав по слою растительного грунта толщиной 0,10 м (ПК1721+69,48-ПК1731+25).

С целью обеспечения благоприятных условий для обслуживания автодороги в период её эксплуатации на всём протяжении предусмотрено устройство технической зоны шириной 3.5 м вдоль подошвы насыпи или внешнего откоса кювета выемки или насыпи до сетчатого ограждения вдоль полосы отвода.

\*\*\*

1. ГОСТ Р 52293-2004 Геоинформационное картографирование. Система электронных карт. Карты электронные топографические. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2004.
2. ГОСТ Р 52573-2006 Географическая информация. Мегаданные. – М.: Издательство стандартов, 2006.
3. СНиП 2.05.02-85. «Автомобильные дороги». – М; Госстрой РФ, 2001.
4. Введение в использование ArcGIS / Учебно-методическое пособие (для студентов дневной формы обучения спец. 6.07090 «Геоинформационные системы и технологии»). Сост. Шипулин В.Д. - Харьков: ХНАГХ, 2005. – 258 с.

**Хаджиди А.П., Артемов П.И.**  
**Оценка гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности**  
**оросительных каналов в земляном русле**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-342

**Аннотация**

В статье рассматриваются основные показатели гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности оросительных каналов, основные причины снижения этих показателей, среди которых зарастание, заиление и деформация русел.

**Ключевые слова:** оросительный канал, гидравлическая эффективность, земляное русло, пропускная способность.

**Abstract**

The article discusses the main indicators of hydraulic efficiency and operational reliability of irrigation canals, the main reasons for the decline in these indicators, including overgrowth, silting and deformation of channels.

**Keywords:** irrigation channel, hydraulic efficiency, earth channel, throughput.

Эксплуатация оросительных каналов в земляном русле приводит ко многим нежелательным экологическим последствиям, таким как подъем уровня грунтовых вод, заболачивание и засоление прилегающих территорий, интенсивное зарастание влаголюбивой сорной растительностью, размыв и заиление русел каналов. Малая гидравлическая эффективность каналов в земляном русле связана с невысокой пропускной способностью из-за значительной шероховатости русла.

На гидравлическую эффективность и эксплуатационную надежность каналов оказывает влияние целый ряд факторов, среди которых: водопроницаемость русла и облицовки, пропускная способность, скорость течения, а также КПД, учитывающий в комплексе как фильтрационные, так и гидравлические показатели каналов.

Пропускная способность непосредственно связана со скоростями течения; фильтрация из русла канала и водопроницаемость облицовок определяют основные потери воды из каналов и вероятность подъема уровня грунтовых вод (УГВ) на прилегающих территориях; коэффициент полезного действия (КПД) учитывает в комплексе как фильтрационные, так и гидравлические показатели каналов. При этом на эксплуатационную надежность непосредственное влияние оказывают такие факторы, как подъем уровня грунтовых вод в результате потерь на фильтрацию из каналов, соблюдение скорости течения из условий незаиляемости и неразмываемости русел, обеспечение требуемого КПД каналов и вероятности эксплуатационной надежности, обеспечение качества воды и др.

Основными причинами ненадежной работы каналов являются следующие отказы:

- конструктивные, обусловленные ошибками при проектировании (неправильный выбор схемы, конструкции и технических параметров);
- производственные, вызванные различными техническими недостатками в период строительства каналов (нарушение технологии строительства, недостаточный контроль качества работ);
- эксплуатационные, появляющиеся при нарушении требуемых режимов эксплуатации каналов и правил ухода за ними.

Среди показателей гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности оросительных каналов можно выделить следующие:

- потери на фильтрацию;
- глубина залегания уровня грунтовых вод;
- средняя скорость течения потока;
- пропускная способность (расход) каналов;
- коэффициент шероховатости русла канала;
- потери на сбросы, испарение и утечки через уплотнения;
- коэффициент полезного действия каналов.

Выполнение требований к гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности оросительных каналов в земляном русле обуславливает их надежную эксплуатацию и длительный срок использования.

В таблице 1 представлены требования к гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности каналов

*Таблица 1*

*Технические требования к гидравлической эффективности и эксплуатационной надежности каналов.*

Показатели	Значение
Коэффициент шероховатости русла	не более
- <i>земляного</i>	0,025-0,030
- облицованного	0,017
- лотков	0,015
Средняя скорость течения, м/с	не менее
- <i>в земляном русле</i>	0,30
- в облицовке	0,55
Потери на фильтрацию, л/(сут·м <sup>3</sup> )	не более
- <i>в земляном русле</i>	100-200
- в облицовке	5-10
Средняя скорость течения, м/с	не менее
Коэффициент полезного действия	не менее
- <i>в земляном русле</i>	0,90-0,93
- в облицовке	0,93-0,98
- в лотках	0,97

Среди причин негативного влияния на состояние каналов основными являются зарастание сорной растительностью, размывание откосов каналов, заиливание. Особенно негативно отражается именно зарастание каналов сорной растительностью. Коэффициенты шероховатости при зарастании каналов в течение вегетационного периода постепенно увеличиваются. Это увеличение сопровождается уменьшением скорости течения воды и соответственно пропускной и транспортирующей способностей потока.

Согласно анализу исследований по интенсивности зарастания каналов (Долгушев, 1975) выявлено следующее:

- живое сечение (русло) не зарастает у каналов с обеспеченной транспортирующей способностью и постоянно работающих в период вегетации;
- наиболее интенсивно развивается растительность в мае-июне;
- интенсивное развитие растительности и, следовательно, снижение пропускной способности совпадает с проведением поливов сельскохозяйственных культур и снижает их плановое выполнение в мае-июле на 20-50%;
- зарастание русел каналов повышает коэффициент шероховатости, снижает скорости, пропускную и транспортирующую способности каналов, что

вызывает заиливание, повышает потери на испарение и фильтрацию, снижает КПД системы.

В заключение отметим, что на гидравлическую эффективность каналов влияют не только деформации их русел, зарастание растительностью, но и фильтрация из каналов в грунтовое основание.

\*\*\*

1. Косиченко Ю.М., Гурин К.Г., Самойленко А.В. Гидравлическая эффективность крупных каналов Северного Кавказа // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2005. Т. 7. № 4. С. 378–391.
2. Алтунин В.С. Мелиоративные каналы в земляных руслах. М. : Колос, 1979. 255 с.
3. Долгушев И.А. Повышение эксплуатационной надежности оросительных каналов. М. : Колос, 1975. 136 с.
4. Косиченко Ю.М., Угроватова Е.Г. Повышение эффективности эксплуатации крупных каналов и обоснование формы и гидравлических сопротивлений русел полигонального сечения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2018. № 2 (198). С. 96–103. DOI: 10.17213/0321-2653-2018-2-96-103.
5. СНиП 2.06.03-85 «Мелиоративные системы и сооружения» / Госстройиздат. - М., 1986. - 59 с.

**Цой Т.В., Сулаймонова А.А.**

**Дальневосточная ипотека: преимущества и возможности**

*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова  
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-343

#### **Аннотация**

Дальний Восток – один из самых перспективных регионов нашей большой страны. В последние годы усиленно развивается промышленность, привлекается много молодых специалистов. Вот только сразу же встает квартирный вопрос, а местный рынок недвижимости не отличается низкими ценами.

В данной статье рассматриваются преимущества и проблемы Дальневосточной ипотеки.

**Ключевые слова:** ипотека, семья, Дальний Восток, квартира, недвижимость, кредит.

#### **Abstract**

The Far East is one of the most promising regions of our large country. In recent years, the industry has been intensively developing, many young specialists are being attracted. But the housing issue immediately arises, and the local real estate market is not distinguished by low prices.

This article discusses the advantages and problems of the Far East mortgage.

**Keywords:** far East Mortgage: Advantages and Opportunities.

Дальний Восток России в последнее десятилетие остается в числе приоритетных объектов государственной стратегической политики, направленной, в том числе, на сохранение и преумножение человеческого капитала, способного обеспечить генеральный «поворот на восток» и реализовать национальные цели. Особое место в программах привлечения населения в регион играет наличие и доступность комфортного жилья, которое выступает как необходимое условие формирования достойной среды обитания и высокого качества жизни [1].

Дальневосточная ипотека – проект господдержки, направленный на поддержку молодых семей с детьми и без. Этот вид кредита позволяет получить жилье под 2% на территории Дальневосточного федерального округа. Программа действует до 31 декабря 2024 года и предоставляется только 1 раз. Предполагается, что за этот срок ипотеку оформят 147 тыс. раз. Источник финансирования – Фонд развития Дальнего Востока и госпрограмма по развитию Дальнего Востока. Всего на программу выделено 450 млрд. рублей. Оператором программы выступает институт жилищного развития «Дом.РФ», который компенсирует банкам недополученную прибыль. С 7 декабря 2019 года в России была запущена программа

«Дальневосточная ипотека», которая входит в комплекс государственных мер, ориентированных на развитие ДФО. Программа направлена на улучшение жилищных условий в регионе, развитие местного строительного рынка, расширения застройки в местных поселениях, стимулирование развития, удержание молодого населения и привлечение специалистов из разных регионов страны.

Льготный кредит могут взять:

- молодые семьи — супруги не старше 35 лет с российским гражданством;
- одинокие родители не старше 35 лет с детьми, не достигшими возраста 19 лет;
- участники программы «Дальневосточный гектар»;
- участники региональных программ повышения мобильности трудовых ресурсов, приезжающие на работу на Дальний Восток.

Идея разработчиков проекта – удержание молодого населения в регионе: если жилье будет доступным, молодежь не будет массово уезжать. Как отмечает руководство региона, положительное действие возможно при комплексном подходе. А для этого надо одновременно развивать строительный рынок, чтобы квадратные метры не дорожали, нивелируя выгоды дальневосточной ипотеки, создавать рабочие места, развивать инфраструктуру для семей с детьми.

Программа «Дальневосточная ипотека» позволяет заемщикам оформить ипотечный кредит по ставке 2% годовых на покупку или строительство жилого помещения на Дальнем Востоке. Действие программы распространяется на все 11 субъектов ДФО. Это Бурятия, Якутия, Забайкальский, Камчатский, Приморский, Хабаровский край, а также Амурская, Магаданская, Сахалинская, Еврейская области и Чукотский автономный округ.

Ставка по ипотеке не должна превышать 2%, но может быть и ниже (в зависимости от условий и скидок самих банков). Максимальная сумма займа — 6 млн руб. Оформить дальневосточную ипотеку можно сроком до 242 месяцев, или более 20 лет (изначально было 240 месяцев). Первоначальный взнос - от 15%, можно использовать средства материнского капитала. Оформить льготный кредит на Дальнем Востоке можно до конца 2024 года. При оформлении кредита в залог можно оставить недвижимость в любом регионе страны. Программа не предусматривает предоставление кредитов на погашение действующей ипотеки (рефинансирование), даже если жилье было куплено на Дальнем Востоке, а сам заемщик подходит под требование программы. Воспользоваться дальневосточной ипотекой можно только один раз в жизни. Если человек выступил созаемщиком или поручителем по льготному кредиту, он не вправе оформить на себя еще одну дальневосточную ипотеку. Заемщик должен иметь гражданство РФ, работать с официальным оформлением или иметь свое дело, трудиться на последнем месте больше 3 месяцев или вести бизнес без убытков более 2 лет, иметь зарплату, которой хватит на ипотечные взносы и стандартные расходы [2].

Одно из условий сохранения льготной ставки – это прописка в приобретенном жилье. После покупки жилплощади должны оформить прописку в срок до 9 месяцев, оставаться прописанным там минимум 5 лет. Если это условие не выполнено, финансовое учреждение может поднять ставку (ставка Центробанка + 4%). Но при этом жить на Дальнем Востоке необязательно. Это удобно, если покупка недвижимости в сельской местности в Бурятии или Забайкалье для семьи – инвестиция.

Банк оформляет залог на недвижимость, которую покупает участник дальневосточной ипотеки, или оформляет в залог квартиру/дом в любой части России.

Молодые люди, ранее взявшие в ипотеку жилье на Дальнем Востоке, подходящие под критерии проекта (возраст, официальный брак или несовершеннолетний ребенок), не могут рефинансировать имеющийся заем – дальневосточная ипотека оформляется только на новый кредит.

По дальневосточной ипотеке можно приобрести: квартиру или ее часть, отдельно стоящий жилой дом, часть жилого дома, таунхаус, дом или его часть на участке земли, участок под ИЖС.

Существует несколько условий, при которых кредитная организация поднимет процент:

- один из созаемщиков или основной получатель участвует в проекте повторно;
- заемщик не застраховал свою жизнь или здоровье (платить придется больше на 1%);
- неоформленный залог или право требования договора долевого участия.

Общедоступная база кредитов включает информацию обо всех участниках займа – основном получателе, его/ее супруге, поэтому взять кредит вторично не получится.

*Сегодня объемы жилищного строительства на Дальнем Востоке не позволяют всем желающим воспользоваться условиями дальневосточной ипотеки. В новостройках большая часть квартир предназначена для переселения из ветхого и аварийного жилья, нуждающимся в улучшении жилищных условий, а также специалистам – врачам, учителям. Если внести в программу дальневосточной ипотеки вторичное жилье в городах и городских поселениях, это станет большим стимулом остаться жить и работать на Дальнем Востоке, и прежде всего, для молодых семей*

\*\*\*

1. Минакир П.А., Прокопало О.М., Национальные проекты на Дальнем Востоке: проблемы и перспективы развития// Регионалистика. 2021. - Т.8, №1. – С.39-55.
2. Постановление Правительства РФ от 07.12.2019 N 1609 (ред. от 17.06.2022)

**Шварцкоп М.А., Головань И.Н., Посаднов А.Е.**

**Исследование влияния статического тиристорного компенсатора косвенного действия на сеть**

*ООО «РиК-Энерго»  
(Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-344

#### **Аннотация**

Статический тиристорный компенсатор позволяет сильно снизить размахи колебаний напряжения до значения, которые соответствуют допустимым. Если размахи сильно выходят за пределы ГОСТ, то это хороший вариант. Но вместе с этим добавляются некоторые другие проблемы. СТК сам сильно искажает синусоидальность сети на 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 и 25 гармониках и вместе с ним обязательно нужно устанавливать батарею конденсаторов и реакторы для БК для того, чтобы защитить их от перегрузки большими токами на этих гармониках. Следовательно, возрастают дополнительные расходы.

**Ключевые слова:** высшие гармоники, тиристорный компенсатор, колебания в сети.

#### **Abstract**

A static thyristor compensator allows you to greatly reduce the range of voltage fluctuations to values that correspond to the permissible ones. If the scope is far beyond the limits of GOST, then this is a good option. But along with this, some other problems are added. STK itself strongly distorts the sinusoidality of the network at 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 and 25 harmonics, and together with it is necessary to install a capacitor bank and reactors for the BC in order to protect them from overload with high currents on these harmonics. Consequently, additional costs increase.

**Keywords:** higher harmonics, thyristor compensator, network fluctuations.

Наличие резкопеременной нагрузки вызывает ухудшение показателей качества электроэнергии, среди которых – размах колебаний напряжения. Для того, чтобы снизить

влияние таких электроприемников проводятся различные мероприятия, например, увеличение мощности источника питания; разделение питания или применение специальных корректирующих устройств [1]. Увеличение мощности источника питания предполагает подключение источников искажений в точку системы с большей мощностью короткого замыкания. Но недостатком этого метода является то, что коммутационная аппаратура выбирается с учетом токов короткого замыкания. А в сети с большей мощностью КЗ и больше токи, а значит и оборудование должно выдерживать большие нагрузки. В работе мы применили разделение питания. ДСП являются источниками искажения, суммарная активная мощность которых на заводе «Центролит» составила 36800 кВт по условию. Поэтому было принято решение использовать трансформатор с расщепленной обмоткой и ДСП поместить на одну секцию шин, а спокойную нагрузку на другую. Это позволило не применять специальные корректирующие устройства, т.к. показатели качества, рассчитанные ранее, соответствуют нормам ГОСТ. Но если, например, источники искажения находятся на одной секции со спокойной нагрузкой, то допустимые значения показателей качества сильно снижается. И может возникнуть необходимость в применении корректирующих устройств. Одно из устройств, для снижения размахов колебания напряжения – статический тиристорный компенсатор косвенного действия[2,3].

Основной элемент тиристорного компенсатора – регулируемый реактор. Принципиальная схема рассматриваемой сети с установкой статического тиристорного компенсатора показана на рисунке 1.

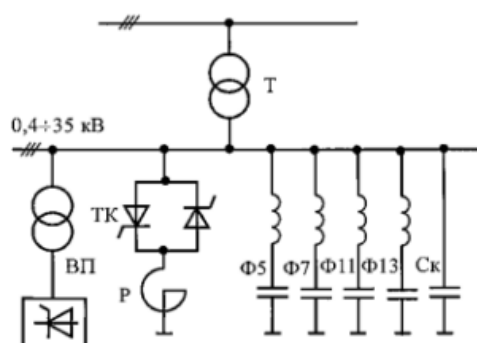


Рисунок 1. Принципиальная схема с установкой СТК.

При снижении потребляемой реактивной мощности ДСП ее начинает потреблять реактор, а при увеличении потребления реактивной мощности реактор уменьшает потребление. Мощность самого реактора для группы ДСП разной мощности определяется по формуле[4]:

$$Q_p = S_{п.т.макс} \cdot \sqrt[4]{\frac{\sum S_{п.т.i}}{S_{п.т.макс}} - \frac{\delta U_{т.доп} \cdot S_{кз}}{100}}$$

где  $S_{п.т.макс}$  – максимальная мощность печного трансформатора, ВА;

$S_{п.т.i}$  – полная мощность  $i$ -ого печного трансформатора, ВА;

$\delta U_{т.доп}$  – допустимое значение размаха колебаний напряжения, %;

$S_{кз}$  – мощность КЗ в точке подключения, ВА.

Для того, чтобы снизить размах колебаний до 1% необходимо применить реактор мощностью. Определим теперь размахи колебаний на секциях шин по формуле. Запишем данные в таблицу 1.

$$\delta U_{тсш1} = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^n \frac{S_{т.пi}}{S_{т.п.макс}}} \cdot \frac{S_{т.п.макс}}{S_{кз}} \cdot 100\%$$

На секции шин 1 установлены ДСП и батарея конденсаторов. Класс электромагнитной совместимости – 3. И нормативные значения определяются по ГОСТ 51317.2.4-2000 [5,6]. На секции шин 3 находится спокойная нагрузка. Класс электромагнитной совместимости – 2. Допустимые значения колебаний определяются по ГОСТ 32144-2013 [3].

Таблица 1

## Показатели колебаний напряжения.

	СШ1	СШ3	Система
Расчетное значение $\delta U_t$ , %	5,134	0,749	0,265
Расчетное значение (СТК) $\delta U_t$ , %	1,000	0,146	0,052
Нормативное значение, %	10,000	1,000	1,000
Соответствие ГОСТ	Соответствует	Соответствует	Соответствует

Размахи колебаний уменьшились в 5 раз. Однако из-за установки реактора суммарное потребление реактивной мощности возрастает и необходимо устанавливать параллельно батарею конденсаторов мощностью 3062,83 кВАр, которая определяется по формуле.

$$Q_k = (S_{T.П.max})^4 \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{S_{T.Пi}}{S_{T.П.max}} - \frac{\delta U_{t.доп} \cdot S_{кз}}{200}}$$

По результатам расчета видно, что размахи колебаний значительно снижаются. На рисунке 3 как раз продемонстрированы осциллограммы фазных напряжений при включенном компенсаторе (до красной отметки) и при выключенном компенсаторе.

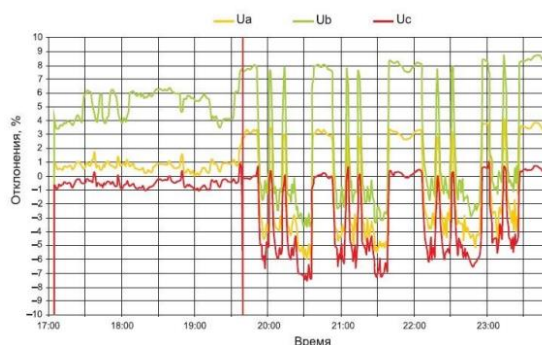


Рисунок 2. Отклонения фазных напряжений на шинах.

Наличие СТК значительно снижает размахи колебаний напряжения, но он также является нелинейным элементом и генерирует токи 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23 и 25 гармоник. Рассмотрим коэффициент искажения синусоидальности с установкой тиристорного компенсатора. Далее производим расчет напряжений на секциях и расчет коэффициента искажения синусоидальности. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2

## Полученные результаты расчетов.

Коэффициенты искажения синусоидальности		
$K_{II}^{СШ1}, \%$	$K_{II}^{СШ3}, \%$	$K_{II}^C, \%$
2,56	0,37	0,13
9,38 (СТК)	1,37 (СТК)	0,48 (СТК)
$K_{U_{доп}}^{СШ1}, \%$	$K_{U_{доп}}^{СШ3}, \%$	$K_{U_{доп}}^C, \%$
10	5	2

Значения коэффициентов искажения синусоидальности возросли примерно в 3,7 раза при установке СТК, но находятся в пределах допустимых значений.



\*\*\*

1. Системы электроснабжения. Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника»: учебное пособие / А.М. Ершов, Н.Ю. Аверина, Р.Г. Валеев и др.; под ред. А.М. Ершова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 69 с.
2. Анализ гармонического состава токов и напряжений дуг в дуговой сталеплавильной печи с использованием математической модели / А. А. Николаев, П. Г. Тулупов, А. С. Денисевич, С. С. Рыжевол // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 72-84. – DOI 10.14529/power210208.
3. Торопов, Е. В. Цифровая модель теплового баланса котла / Е. В. Торопов, Л. Е. Лымбина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 14-23. – DOI 10.14529/power210302.
4. Исследование способов снижения пускового тока при запуске высоковольтных двигателей / В. Н. Мещеряков, Т. В. Синюкова, А. В. Синюков [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 94-104. – DOI 10.14529/power210210.
5. Бобоев, Х. Д. Параметры изоляции относительно земли в карьерных распределительных сетях горнодобывающих предприятий Республики Таджикистан / Х. Д. Бобоев, А. В. Богданов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 29-37. – DOI 10.14529/power210103.
6. Коржов А. В. Улучшение энергетических и повышение надежностных показателей электроприводов буровых установок / А. В. Коржов, Ю. И. Хохлов, М. А. Григорьев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 94-101. – DOI 10.14529/power210411.

**Шелехов И.Ю., Лысенко Д.О., Радин В.А.**

**Анализ технических решений, применяемых при утилизации вторичной тепловой энергии**

*Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет  
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-345

**Аннотация**

В статье приводится анализ технических решений, применяемых при охлаждении электронного оборудования. Показано, что для обеспечения работоспособности электронного оборудования необходимо проводить мероприятия, не только связанные с удалением тепловой энергии, но и с обеспечением благоприятных условий для работы оборудования. Процесс утилизации тепловой энергии должен проходить без ухудшения технических параметров и уменьшения срока службы. При правильной организации процедуры охлаждения возможно увеличить срок службы оборудования и его эффективную работу.

**Ключевые слова:** тепловыделение, охлаждение, утилизация, энергоэффективность, микроклимат, энергосбережение.

**Abstract**

The article provides an analysis of technical solutions used in the cooling of electronic equipment. It is shown that in order to ensure the operability of electronic equipment, it is necessary to carry out activities not only related to the removal of thermal energy, but also to ensure favorable conditions for the operation of the equipment. The process of utilization of thermal energy should take place without deterioration of technical parameters and reduction of service life. With the correct organization of the cooling procedure, it is possible to increase the service life of the equipment and its efficient operation.

**Keywords:** heat dissipation, cooling, utilization, energy efficiency, microclimate, energy saving.

Параметры микроклимата на рабочих местах регламентируются соответствующими стандартами, от температуры и влажности воздуха, ограждающих конструкций зависит не только самочувствие и работоспособность рабочего персонала, но и качественная работа промышленного и офисного оборудования. В соответствии с санитарно-эпидемиологическими

нормативами после каждого часа работы офисные помещения следует проветривать [1], а в промышленных помещениях должна работать приточно-вытяжная вентиляция.

В помещение поступает свежий воздух, в зависимости от времени года он имеет определенную температуру и влажность, кроме этого, воздух может быть загрязнен химическими, механическими, физическими и биологическими частичками, которые могут отрицательно влиять на работоспособность оборудования. Особое внимание уделяется параметрам воздушной среды при использовании электронного оборудования [2]. Для обеспечения охлаждения электронных компонентов, данное оборудование снабжается собственной системой вентиляции, через которую осуществляется беспрепятственное попадание различных частиц, присутствующих в воздушной среде. При загрязнении поверхности ухудшается процесс её охлаждения, что в свою очередь приводит к старению изоляции, появлению в ней микротрещин. При повышенной влажности химические элементы взаимодействуют друг с другом, образуя токоведущие мостики в электронных схемах, тем самым снижая их технические параметры и уменьшая срок службы. Для увеличения степени надежности электронного оборудования приходится контролировать технические параметры и разрабатывать различные дополнительные мероприятия, что приводит к дополнительным эксплуатационным издержкам [3].

В последнее время активно развиваются технологии по использованию вторичной тепловой энергии в инженерных системах [4], этому способствовало использование специализированных устройств по «добыче» криптовалюты. Данные устройства потребляют большое количество энергии, при этом имеют не совершенную систему воздушного охлаждения [5].

В рамках выполнения научно-исследовательской работы магистранты кафедры Городского строительства и хозяйства провели анализ новых научных разработок, с целью определения оптимальных конструктивно-технических решений, при которых будет не только эффективно удаляться избыточная тепловая энергия от электронных устройств, но и обеспечиваться благоприятные климатические условия для них.

Проведенный анализ патентных документов показал, что основные разработки в данной области направлены на разделение сред. Для этого используются воздушная среда, так как при этом осуществляется естественное свободное охлаждение и конструкции возможно собрать из стандартных узлов с минимальными финансовыми затратами [6]. Данное техническое решение позволяет использовать в воздушной системе охлаждения агрессивную воздушную среду, которая часто встречается в помещениях промышленного назначения.

Для систем отопления зданий и сооружений, в основном, используется жидкий теплоноситель. Для того, чтобы совместить системы охлаждения электронной техники с системами отопления разработан ряд конструкций, которые позволяют с помощью разветвлённой системы водяных радиаторов эффективно снимать тепловую энергию с поверхности. Типичный представитель данных конструкций является разработка компании ОАО «Т-платформы» [7].

В связи с тем, что работа всех инженерных систем носит периодический характер, особый интерес вызвали разработки на основе термоэлектрических модулей. Термоэлектрические модули позволяют преобразовать тепловую энергию в электрическую, которая имеет более широкий спектр применения. Одна из лидирующих научных школ, которая занимается данной тематикой, расположена в Дагестанском государственном техническом университете. Для решения данной проблемы они разработали специализированную конструкцию [8], которая позволяет отводить тепло от тепловыделяющих электронных компонентов в виде излучения.

В результате проведенного исследования нами были определены уровни и тенденции развития технических решений, применяемых при утилизации вторичной тепловой энергии и проанализирована применяемость прогрессивных решений и мероприятий в данном направлении по сравнению с выявленными в процессе патентного поиска.

Проведенный анализ показал, что имеется много различных устройств, с помощью которых возможно организовать мероприятия по преобразованию избыточного тепловыделения от электронных устройств в полезную работу. Результаты проведенных исследований показали, что при правильной организации процедуры охлаждения возможно увеличить срок службы оборудования и его эффективную работу. Так же было выявлено, что по мнению многих ученых-изобретателей самым перспективным научным направлением являются разработки на основе термоэлектрических модулей.

Данные исследования будут использованы при написании выпускных квалификационных работ магистрантами.

\*\*\*

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"; утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30 мая 2003 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://10.rospotrebnadzor.ru/upload/medialibrary/95a/2.2.2\\_2.4.1340\\_03.pdf](http://10.rospotrebnadzor.ru/upload/medialibrary/95a/2.2.2_2.4.1340_03.pdf)
2. Шеркузиева Г. Ф., Самигова Н. Р., Рустамова М. В. К., Хаджаева У. А. К. Гигиеническая оценка состояния атмосферного воздуха, загрязненного пылью. Молодой ученый. 2019. № 52 (290). С. 466–469.
3. Шибанов Г. П. Обеспечение функциональной надежности электронных систем при неполной информации о состоянии их блоков. Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. Т. 17. № 7. С. 471–474.
4. Шелехов И. Ю., Дорофеева Н. Л., Смирнов Е. И., Дорофеева А. А. Возобновляемые источники энергии: новые возможности использования термоэлектрических генераторов. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 3. С. 442–451. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2020-3-442-451>
5. Шелехов И.Ю., Коваленко А.Е., Залудский А.А. Оптимизация процесса использования вторичной тепловой энергии. The Scientific Heritage. 2022. № 82–1 (82). С. 68–70.
6. Мелешенко А. И., Миньковский М. Г. Замкнутая система охлаждения тепловыделяющего оборудования. Патент на изобретение № 2474889. Патентообладатель(и): Открытое акционерное общество "СИТРОНИКС" (RU).- Опубликовано: 10.02.2013 Бюл. № 4
7. Ананьев В. В., Бодунов Н. В., Макарушкин А. М., Мещерякова К. С., Слепухин А. Ф., Смоленский А. В. Патент на изобретение №2522937. Система жидкостного охлаждения многопроцессорного вычислительного комплекса, сборка и теплоотводящий модуль. Патентообладатель(и): Открытое акционерное общество "Т-Платформы" (RU) Опубликовано: 20.07.2014 Бюл. № 20
8. Исмаилов Т. А., Гаджиев Х. М., Гаджиева С. М., Нежведилов Т. Д., Челушкина Т. А. Патент на изобретение № 2405230. Способ отвода тепла от тепловыделяющих электронных компонентов в виде излучения. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Дагестанский государственный технический университет" (ДГТУ) Опубликовано: 27.11.2010 Бюл. № 33

**Шкитов М.С., Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С.**  
**Передвижной пункт управления на базе автомобиля КАМАЗ – 5350**

*Омский государственный технический университет  
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-346

**Аннотация**

В данной статье рассматривается передвижной пункт управления на базе автомобиля повышенной проходимости. Отмечается, что данный объект позволит повысить мобильность и качество командной работы по управлению действиями по локализации и устранению чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** передвижной пункт управления, управление, автомобиль повышенной проходимости.

**Abstract**

This article discusses a mobile control station based on a cross-country vehicle. It is noted that this facility will increase the mobility and quality of teamwork in managing actions to localize and eliminate emergencies.

**Keywords:** mobile control station, control, cross-country vehicle.

Передвижной пункт управления на базовом шасси автомобиля повышенной проходимости КамАЗ – 5350 предназначена для своевременного перемещения и обеспечения бытовых и рабочих нужд командного звена при постоянных перемещениях.

Передвижной пункт управления может выдвигаться в районе, которые находятся на любом удалении от постоянного места дислокации состава управления. Благодаря тому, что передвижной пункт создан на базе автомобиля повышенной проходимости, он имеет возможность передвигаться по пересеченной местности без особых усилий. Данная машина имеет существенный запас хода 1090 километров и имеет оборудование которое позволяет в полной степени осуществлять управления каким-либо подразделением, почти с любого участка местности. В кунге автомобиля имеется четыре спальных места и три рабочих места, что позволяет действовать на автомобиле экипажу количеством до пяти человек.

Ввиду наличия, отопителя Планар 8ДМ – 24В состав управления, имеет возможность выполнять свои задачи с комфортом при отрицательных температурах.

Так же в передвижном пункте управления присутствует фильтро – вентиляционная установка ФВУА – 100А, которая создана для снабжения воздухом передвижного пункта управления, который герметизирован. Данная установка будет эффективна как на зараженной территории отравляющими веществами, так и на местности с радиоактивной пылью, при всем этом она действует и в движении, и на месте. Рабочая температура ФВУА – 100А от -55 до +50 градусов Цельсия. Благодаря этому управления может осуществляться, без проблем даже на зараженной территории радиоактивной пылью, отравляющими веществами, бактериальными средствами. В случае проблем с энергетической установкой автомобиля повышенной проходимости КамАЗ 5350, машина имеет возможность снабжать командный состав электроэнергией благодаря наличию дизельного генератора TSS SDG 6000ЕН3А, который не только отлично справится с созданием резервного электропитания, но и гарантирует стабильную работу в качестве главного источника питания.

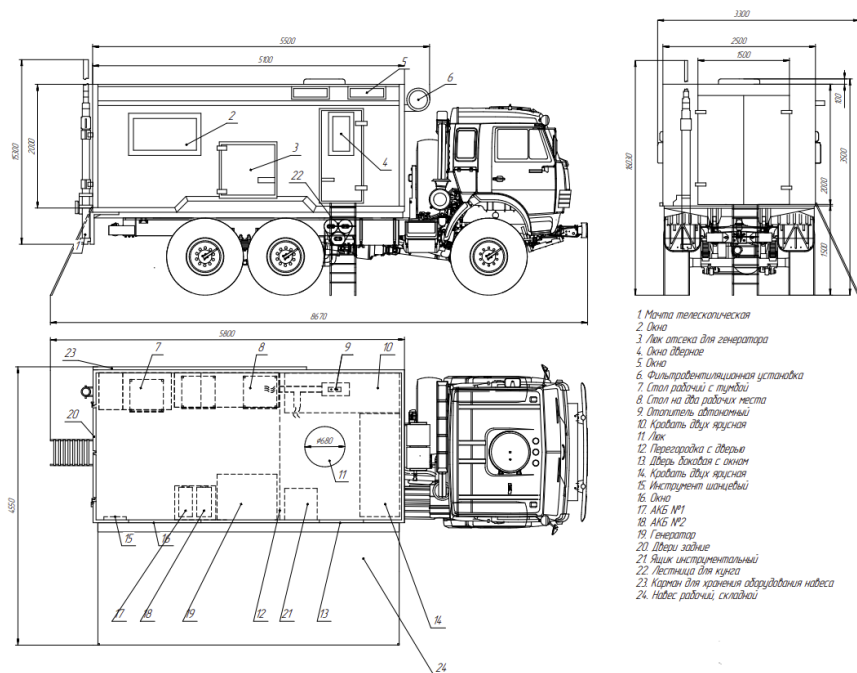


Рисунок 1 Передвижной пункт управления на шасси автомобиля КамАЗ – 5350.

Технические характеристики передвижного пункта управления на базе автомобиля КамАЗ – 5350

Уровень грузоподъемности 6 т

Максимальная скорость движения 100 км/ч

Время, необходимое для разгона 35 с

Наибольший преодолеваемый подъем 31°

Расстояние тормозного пути 36 м

Габаритный радиус поворота 11,3 м

Система управления сцеплением Пневмогидравлический усилитель

Емкость бака для топлива 210 л + 210 л  
Автопоезд 300 кг  
Мощность 260 л.с.  
Вид кузова Грузовик  
Колесная база 6\*6  
Крутящий момент 1078 Нм  
Расстояние дорожного просвета 0,39 м  
Шины 425/85 R21  
Колея колес 2,05 м  
Запас хода 1090 км  
Давление в шинах по бездорожью Не ниже 420 в 20 кПа  
ТНВД V-образный  
Допустимый вес прицепного устройства 8 т  
Расстояние поворота по внешнему колесу 8 м  
Масса автомобиля с оборудованием 11,4 т

\*\*\*

1. Дизельный генератор TSS SDG 6000EH3A 6 кВт [Электронный ресурс] // Генераторы. – 2022. – URL: <http://generatory-shop.ru/katalog/proizvoditeli-generatorov/tss-rossija/trehfaznyj-dizelgenerator-tss-sdg-6000eh3>. (дата обращения: 28.10.22)
2. Автомобильная установка ФВУА-100А [Электронный ресурс] // ВолгаСпецОборудование. – 2021. – URL: <http://npo-vso.com/fvua-100a.html>. (дата обращения: 28.10.22)
3. Шкитов М.С. Актуальность использования мобильного пункта управления на базе автомобиля повышенной проходимости. / М.С. Шкитов, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – №87-2. – с. 115-116. – DOI: 10.18411/trnio-07-2022-67

**Юсупов М.И., Головань И.Н., Посаднов А.Е.**

**Обеспечение требуемого качества электроэнергии завода пластических масс**

*ООО «РиК-Энерго»  
(Россия, Челябинск)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2022-347*

#### **Аннотация**

В данной работе были рассчитаны показатели качества электроэнергии, такие как: коэффициенты гармонических составляющих и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, а также провал напряжения при пуске электродвигателя. Расчет показал, что коэффициенты гармонических составляющих и суммарный коэффициент гармонических составляющих для СШ 10 кВ оказались выше допустимых. Для подавления высших гармоник принято решение установки трех фильтрокомпенсирующих устройств, которые в свою очередь компенсируют всю необходимую реактивную мощность. С помощью данных фильтров удалось максимально приблизить кривую напряжения к синусоидальному виду.

**Ключевые слова:** система электроснабжения, высшие гармоники, фильтрокомпенсирующее устройство, электроснабжение.

#### **Abstract**

In this work, indicators of the quality of electricity were calculated, such as: the coefficients of harmonic components and the total coefficient of the harmonic components of the voltage, as well as the voltage dip during the start of the electric motor. The calculation showed that the coefficients of harmonic components and the total coefficient of harmonic components for SS 10 kV turned out to be higher than the permissible ones. To suppress higher harmonics, it was decided to install three filter-compensating devices, which, in turn, compensate for all the necessary reactive

power. With the help of these filters, it was possible to bring the voltage curve as close as possible to a sinusoidal form.

**Keywords:** power supply system, higher harmonics, filter compensating device, power supply

Проблемы электромагнитной совместимости оборудования с питающей электрической сетью возникли в связи с широким внедрением мощных вентильных преобразователей, ДСП, сварочных установок и других устройств, которые оказывают отрицательное влияние на качество электроэнергии в СЭС. Наличие искажений является объективным фактором, обусловленным развитием способов пользования электрической энергией, а не нарушениями в работе устройств (в последнем случае уровень искажений возрастает) [1]. Поэтому ставится задача определения их допустимого уровня, а не их устранения. Следствием снижения качества электроэнергии является увеличение потерь мощности и электроэнергии в сетях промышленных предприятий, а также в электрооборудовании (трансформаторах, конденсаторах, вращающихся машинах), уменьшение пропускной способности сетей, ухудшение или нарушение нормального хода технологических процессов, снижение производительности, а также повышенный износ электрооборудования. Высшие гармоники тока и напряжения отрицательно воздействуют на работу электронных схем управления, релейной защиты, автоматики, создают резонансные явления в контурах, образуемых индуктивностью сети и емкостью конденсаторных установок, что приводит к перегреву и выходу последних из строя [2,3]. В последнее время в промышленности все шире используют вентильные (в основном тиристорные) преобразователи, предназначенные для питания электроприводов прокатных станов, электролиза, электросварки на постоянном токе или последующего получения других частот, применяемых для работы различного рода электротехнологических установок. Состав гармоник и их амплитуды зависят от схемы выпрямления, угла регулирования, а также характера нагрузки. Высшие гармоники представляют собой наиболее сложное явление. Его отличительным признаком является то, что в установившихся режимах возникают перенапряжения на высших гармониках. Во многих случаях напряжения и токи гармоник нарушают технологические процессы на производстве, а иногда достигают значений, опасных для изоляции электротехнического оборудования. Высокий уровень гармонических искажений приводит к: – ложной работе регулирующих устройств, систем управления, использующих токи наложенной частоты, систем защиты и автоматики, ЭВМ; – дополнительным потерям и перегреву в конденсаторах и вращающихся машинах; – повышению уровня шума при работе электрических аппаратов; – помехам в линиях связи (телефон) и др. Воздействие гармоник на электронное оборудование проявляется практически мгновенно, а на силовое оборудование – постепенно, что обусловлено присущей ему инертностью. Этот долговременный (кумулятивный) эффект, в основном, выражается в виде перегрева оборудования и сокращения срока его службы [4,5].

Для характеристики гармонических составляющих напряжения (высших гармоник) введены два основных показателя:

– коэффициент гармонической составляющей напряжения  $U_n$  в процентах от напряжения основной гармоники  $U_{ф.ст}$  определяется по формуле:

$$K_{U(n)} = \frac{U_n}{U_{ф.ст}} \cdot 100\%$$

– суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения:

$$K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=5}^{25} U_n^2}}{U_{ф.ст}} \cdot 100\%$$

При шестифазной схеме выпрямления преобразователя генерируются 5, 7, 11, 13, 17, 19 и т.д. гармоники тока. Суммарный расчетный коэффициент гармонической составляющей

напряжения  $K_U = 20\%$  также не соответствует нормируемому значению  $K_U = 5\%$  [6]. На рисунке 1 представлены кривые напряжения высших частот и результирующая кривая на шинах 10 кВ. Результирующая кривая, полученная суммированием кривых напряжения разных частот, несинусоидальна.

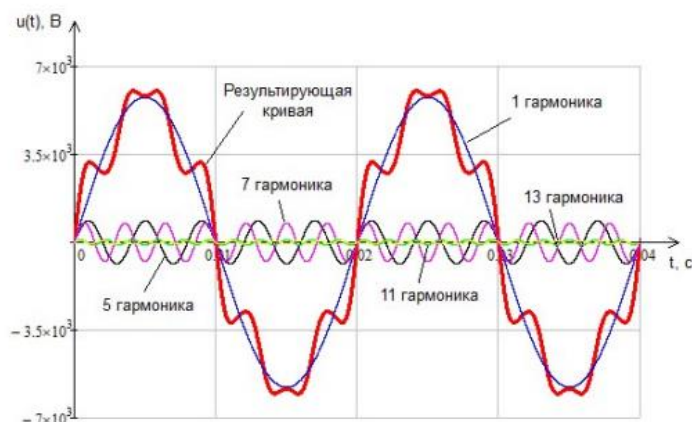


Рисунок 1. Кривые напряжения.

Таким образом, необходима установка фильтров для подавления высших гармоник до допустимых значений. Для этого устанавливаем силовой резонансный фильтр СРФ-5-10 УЗ (рис.2) на пятую гармонику, поскольку данное оборудование позволяет не только устранить высшие гармоники, но и частично скомпенсировать потребляемую реактивную мощность.

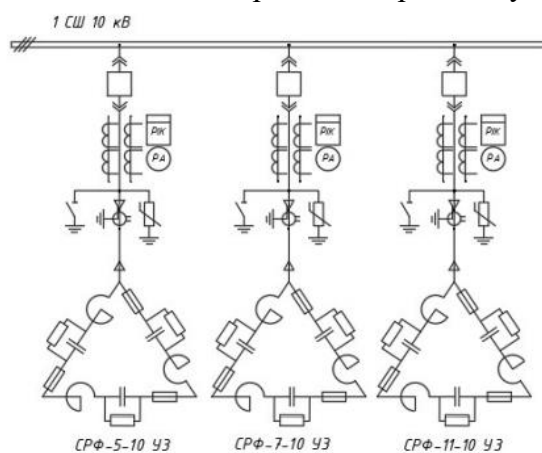


Рисунок 2. Схема силовых резонансных фильтров.

Таким образом, отсутствует необходимость в установке статических батареи конденсаторов. После установки двух фильтров значения коэффициентов гармонических составляющих для 17-25 гармоник превышают нормативные значения. Таким образом, необходимо установить еще один фильтр. Рассчитаем третий фильтр СРФ-11-10 УЗ на 11 гармонику. После установки трех фильтрокомпенсирующих устройств для 1СШ 10 кВ и 2СШ 110 кВ все расчетные значения коэффициентов гармонических составляющих и суммарного коэффициента гармонической составляющей напряжения находятся в пределах допустимого.

Кривые напряжения в сети 10 кВ до и после установки фильтров представлена на рисунке 3.

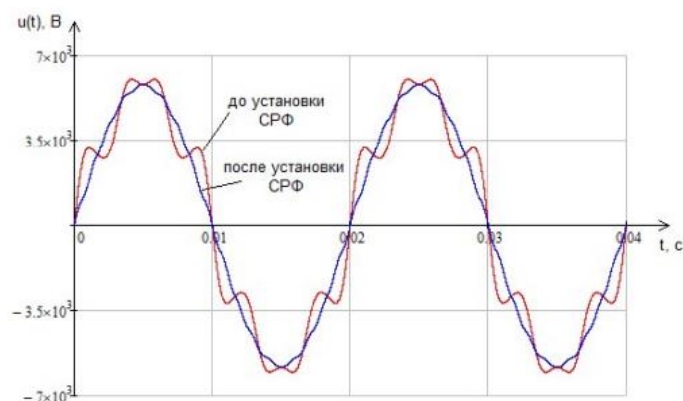


Рисунок 3. Кривые напряжения в сети 10 кВ до и после установки СРФ.

Таким образом, с помощью силовых резонансных фильтров удалось максимально приблизить кривую напряжения к синусоидальному виду.

\*\*\*

1. Системы электроснабжения. Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки «Электроэнергетика и электротехника»: учебное пособие / А.М. Ершов, Н.Ю. Аверина, Р.Г. Валеев и др.; под ред. А.М. Ершова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 69 с.
2. Анализ гармонического состава токов и напряжений дуг в дуговой сталеплавильной печи с использованием математической модели / А. А. Николаев, П. Г. Тулупов, А. С. Денисевич, С. С. Рыжовол // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 72-84. – DOI 10.14529/power210208.
3. Торопов, Е. В. Цифровая модель теплового баланса котла / Е. В. Торопов, Л. Е. Лымбина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 14-23. – DOI 10.14529/power210302.
4. Исследование способов снижения пускового тока при запуске высоковольтных двигателей / В. Н. Мещеряков, Т. В. Синюкова, А. В. Синюков [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 94-104. – DOI 10.14529/power210210.
5. Бобоев, Х. Д. Параметры изоляции относительно земли в карьерных распределительных сетях горнодобывающих предприятий Республики Таджикистан / Х. Д. Бобоев, А. В. Богданов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 29-37. – DOI 10.14529/power210103.
6. Коржов А. В. Улучшение энергетических и повышение надежностных показателей электроприводов буровых установок / А. В. Коржов, Ю. И. Хохлов, М. А. Григорьев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 94-101. – DOI 10.14529/power210411.

**Gafurova L.I., Zhukova Yu.V.**

**Inserts based on thin-core fibers in optical interferometers**

*Ulyanovsk State Technical University  
(Russia, Ulyanovsk)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-348

### Abstract

A new type of fiber interferometer is proposed based on two short thin-core fiber inserts of SM600 and SM450 and a segment of standard SMF-28 fiber between them. Thin-core fiber inserts excite the cladding modes and provide energy exchange between different fiber modes. The standard fiber section is used to accumulate phase difference between the core and cladding modes through the structure. The transmission spectra are measured for various interferometer lengths. The optimal parameters of SM600 and SM450 fiber inserts are found to obtain the maximum modulation amplitude in the spectrum.

**Keywords:** optical fiber, fiber interferometer, fiber-optic sensor, cladding mode.



**Аннотация**

Предложен волоконный интерферометр нового типа на основе двух коротких вставок из волокон с тонкой сердцевиной SM600 и SM450 и отрезка стандартного волокна SMF-28 между ними. Вставки из волокна с тонкой сердцевиной возбуждают моды оболочки и обеспечивают обмен энергией между различными модами волокна. Отрезок стандартного волокна используется для накопления разности фаз между модами сердцевины и оболочки, распространяющимися через структуру. Измерены спектры пропускания для различных длин интерферометра. Найдены оптимальные параметры вставок волокон SM600 и SM450 для получения максимальной амплитуды модуляции в спектре.

**Ключевые слова:** оптическое волокно, волоконный интерферометр, волоконно-оптический датчик, оболочечная мода.

Fiber optic structures with nonstandard fiber inserts possessing spectral characteristics are determined by the interaction and conversion of several fiber modes of various types and attract significant interest due to their simplicity of fabrication, compact, and the possibility of using them to measure the environment parameters [1–3].

Fiber structures with inserts that excite cladding modes are used as sensors for humidity [4], temperature [5], refractive index of the environment [6–9], liquid level [10–12], and others. To ensure the coupling of the core mode and cladding modes, one uses inserts from multimode fibers [7, 13], fibers with a thin core [4, 8–10, 14–16], fibers without a core [11, 17, 18], fibers with depressed cladding [19–21] and micro-structured fibers [22].

To increase the sensitivity of fiber structures using cladding modes, interferometers are created by combining a pair of elements that convert different fiber modes into each other. For example, it can be two sections of a multimode fiber [7, 13], a pair of cones [12, 14] or a cone and a grating [2, 23], etc. For sensors operating in the reflection mode, the interferometer can be made using a single element through which the modes pass twice [9–11, 18]. A mode interferometer is formed by inserting a thin-core (TC) fiber welded between standard fibers [4, 15, 16, 21, 24]. In such a structure, cladding modes are excited at the junction of two fibers due to the strong difference in their refractive index profiles.

An interferometer based on a TC fiber segment is a good enough sensing element. However, it has the disadvantage that it may be difficult to carry out independent control of the intermodal interaction strength and the interferometer length. If it is necessary to obtain narrow spectral peaks, the interferometer must be long. This can lead to very small amplitude of the fundamental mode and high transmission losses through the structure. Thus, separate control of the intermodal interaction strength and the interferometer length is required.

This paper proposes a new type of fiber interferometer based on two short inserts of TC fibers SM600 and SM450 separated by a section of standard SMF-28 fiber. The choice of the optimal value of the intermodal coupling coefficient is made by changing the length of the inserts, while the phase difference is determined by the length of the base of the interferometer – a standard fiber located between the TC inserts. The authors carry out experimental research on the dependence of the transmission spectrum on the TC fiber inserts length and compare it with the results of numerical simulations. The transmission spectra are measured for different lengths of a standard fiber. Besides, the spectra dependence on the structure parameters is analyzed.

The structure of the fiber interferometer is formed by two sections of TC fiber welded with a standard welding machine used to join optical fibers. Two fibers SM600 and SM450 manufactured by Fibercore were used as a piece of TC fiber. A standard SMF-28 fiber manufactured by Corning is placed between two TC inserts and serves as the base of the interferometer (Fig. 1). Its length can vary from 1 to 30 cm.

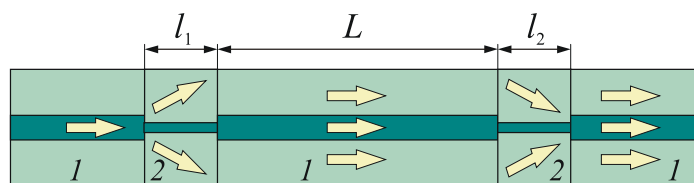


Figure 1. The structure of a fiber interferometer with two TC inserts and the scheme of light propagation. 1 – SMF-28 fiber, 2 – TC fiber.

The length of the TC fiber segment in the interferometer structure does not exceed 1 mm. Since such a short fiber length cannot be obtained with a standard cleaver, the fibers were cut in the following sequence: SMF-28 is cleaved in a fixed position in the cleaver; the cleaved ends of the SMF-28 and TC fibers were welded; The SMF-28 fiber with a TC fiber section at the end is placed in the cleaver in the same position as before splicing, and shifted to the required length of the TC fiber piece, while the cleaver blade is under the SM600 fiber. The SM600 fiber breaks at this offset point and a short length of TC fiber remains at the end of the standard SMF-28 fiber. This fiber structure is then spliced to another SMF-28 fiber.

Light from a broadband source is directed into an SMF-28 fiber structure, passes through an interferometer, and is transmitted through the same type of fiber to an optical spectrum analyzer. The SM600 and SM450 fibers used as TC inserts are designed for single mode operation at 630-780 nm and 488-514 nm, respectively. In this regard, these fibers have cores of small radii: SM600 –  $r \sim 2,2 \mu\text{m}$  ( $\text{NA} = 0.12$ ,  $\lambda \sim 550 \text{ nm}$ ), и SM450 –  $r \sim 1.7 \mu\text{m}$  ( $\text{NA} = 0.12$ ,  $\lambda \sim 400 \text{ nm}$ ).

The fiber cladding has a standard radius  $r = 62.5 \mu\text{m}$ . The polymer coatings of the TC fiber inserts and the base of the SMF-28 fiber interferometer are removed to avoid cladding mode loss due to overflow into the coating of a higher refractive index.

To obtain the maximum modulation amplitude in the transmission spectrum, two interfering modes must have equal amplitudes. Therefore, it is necessary to create such a TC fiber insert on one side of the interferometer so that the power of the excited cladding mode is equal to the power remaining in the core mode. Also, some of the power is shared among unwanted shell modes. Thus, the optimal power in the core mode after a single passage of the TC fiber should be 30–50%.

If the core of the fiber is not sufficiently thin compared to the standard fiber, the mode profiles of the welded fibers are close to each other, and the amplitude of the excited cladding modes is quite small. Experiments were carried out with several different TC fibers manufactured by Fibercore: SM800, SM750, SM600 and SM450. A 3 mm 5.6  $\mu\text{m}$  core SM800 fiber insert was found to convert less than 20% of the core mode power to cladding modes. The SM750 fiber insert converts up to 40% power into cladding modes. It is impossible to increase the conversion to cladding modes for these fibers by increasing the insert length. The SM600 and SM450 fibers have a fairly thin core, and can convert more than 50% of the mode power of the core. So, these fibers are suitable for the developed interferometer.

However, since the core and cladding modes have equal powers, it is advisable to excite these modes with amplitudes that are practically independent of the wavelength. In this regard, we investigated the dependence of the transmission spectrum on the insert length of SM600 and SM450 fibers. The measurement results for the SM600 fiber are shown in Fig. 2.

The TC fiber length was reduced from 2 mm to 0.1 mm by successive cleaving and subsequent welding with a standard fiber. When the insert length is changed from 0.1 to 1.5 mm, the transmission decreases, and there is some decrease in the curves at large wavelengths. For insert lengths greater than 1.5 mm, the transmission stops decreasing smoothly and becomes a non-monotonic function of the insert length and wavelength. It is due to the formation of the interferometer by the single TC fiber insert between two junctions [1, 8]. Thus, if it is necessary to obtain a transmission value of 0.3–0.5 to create one side of the interferometer, the optimal length of the SM600 fiber insert is 0.3–0.8 mm.

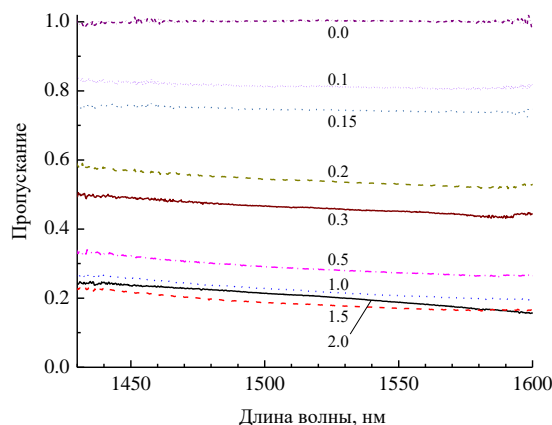


Figure 2. Transmission spectra for various lengths of a single insert of TC fiber SM600 (insert length is indicated under the curve in mm).

Figure 3 shows the results of measuring the transmission spectra for inserts of various lengths made of SM450 fiber. The TC fiber length was reduced from 2.4 mm to 0.2 mm. When the insert length changes from 0.2 to 1.2 mm, the transmission decreases. Compared to SM600 fiber, the transmission is significantly lower -  $T = 0.22$  for an SM450 insert 0.2 mm long, while for an SM600 insert of the same length  $T$  is equal to 0.55. If compared the refractive index profile of SM450 and SM600, the former has much greater difference in the refractive index profile. For insert lengths greater than 1.2 mm, the transmission stops decreasing smoothly and becomes a non-monotonic function of the insert length and wavelength. To obtain a transmission value of 0.3–0.5 and create one side of the interferometer, the optimal length of the SM450 fiber insert is 0.1–0.4 mm.

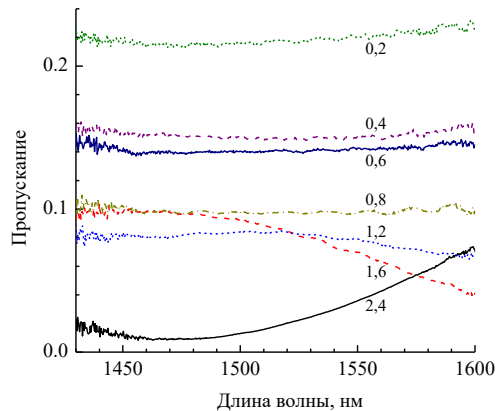


Figure 3. Transmission spectra for various lengths of a single insert of TC fiber SM450 (insert length is indicated under the curve in mm).

\*\*\*

1. Nur Hidayah S., Hanim A.R, Hazura H., M Zain A.S., K Idris S. Modal interferometer structures and splicing techniques of fiber optic sensor // *Telecomm. Electron. Comp. Eng.* 2018. V.10. P. 23-27.
2. Tong C., Chen X., Zhou Y., et al. Ultra-long-period fiber grating cascaded to a knob-taper for simultaneous measurement of strain and temperature // *Optical Review.* 2018. V.25. P. 295-300.
3. Ivanov O. V. Mode interaction in a structure based on optical fiber with depressed inner cladding // *Comm. Tech. Electron.* 2018. V.63. P. 1143-1151.
4. Akita S., Sasaki H., Watanabe K., Seki A. A humidity sensor based on a hetero-core optical fiber // *Sens. Act. B: Chem.* 2010. V.147. P. 385-391.
5. Bao W., Hu N., Qiao X., et al. High-temperature properties of a thin-core fiber MZI with an induced refractive index modification // *IEEE Photonics Technol. Lett.* 2016. V.28. P. 2245-2248.
6. Zhao Y., Pang F., Dong Y., et al. Refractive index sensitivity enhancement of optical fiber cladding mode by depositing nanofilm via ALD technology // *Opt. Express.* 2013. V.21. P. 26136-26143.

7. Dong X., Du H., Luo Zh., Yin K., Duan J. Highly sensitive refractive index sensor based on novel Mach-Zehnder interferometer with multimode fiber-thin core fiber-multimode fiber structure // *Jap. J. Appl. Phys.* 2018. V.57. P. 092501.
8. Xu B., Li I. J.-Q., Li Y., Dong X.-Y. A thin-core fiber modal interferometer for liquid-level sensing // *Chin. Phys. Lett.* 2012. V.29. P.104209.
9. Ben X., Yi L., Xin-Yong D., Shang-Zhong J., Zai-Xuan Z. H. Highly sensitive refractive index sensor based on a cladding-etched thin-core fiber sandwiched between two single-mode fibers // *Chin. Phys. Lett.* 2012. V.29. P.094203.
10. Gu B., Qi W., Zhou Y., et al. Reflective liquid level sensor based on modes conversion in thin-core fiber incorporating tilted fiber Bragg grating // *Opt. Express.* 2014. V.22. P.11834-11839.
11. Antonio-Lopez J. E., Sanchez-Mondragon J. J., LiKamWa P., May-Arrioja D. A. Fiber-optic sensor for liquid level measurement // *Opt. Lett.* 2011. V.36. P. 3425-3427.
12. Wen X., Ning T., Li C., et al. Liquid level measurement by applying the Mach-Zehnder interferometer based on up-tapers // *Appl. Opt.* 2014. V.53. P. 71-75.
13. Su J., Tong Zh., Cao Y., Zhang W. High sensitivity multimode-multimode-multimode structure fiber sensor based on modal interference // *Opt. Commun.* 2014. V.315. P. 112-115.
14. Tong Zh., Wang X., Zhang W., Xue L. Research on dual-parameter optical fiber sensor based on thin-core fiber and spherical structure // *Laser Phys.* 2018. V.28. P. 045102.
15. Huang X., Li X., Yang J., Tao C., Guo X., Bao H., Yin Y., Chen H., Zhu Y. An in-line Mach-Zehnder interferometer using thin-core fiber for ammonia gas sensing with high sensitivity // *Sci. Rep.* 2017. V.7. P. 44994.
16. Engholm M., Krister H., Andersson H., Sandberg M., Nilsson H.-E. A bio-compatible fiber optic pH sensor based on a thin core interferometric technique // *Photonics.* 2019. V.6. P. 11.
17. Shao J.-X., Xie W.-G., Song X., Zhang Y.-N. A new hydrogen sensor based on SNS fiber interferometer with Pd/WO<sub>3</sub> coating // *Sensors.* 2017. V.17. P. 2144.
18. Novais S., Ferreira M. S., Pinto J. L. Relative humidity fiber sensor based on multimode interferometer coated with agarose-gel // *Coatings.* 2018. V.8. P. 453.
19. Fu X., Xie H., Zhang C., Guo P., Fu G., Bi W. Fiber-optic temperature sensor based on specialty triple-clad fiber // *Proc. SPIE 9274, Advanced Sensor Systems and Applications.* 2014. V.6. P. 92741P.
20. Ivanov O. V. and Zlodeev I. V., Fiber structure based on depressed inner cladding fiber for bend, refractive index and temperature sensing // *Meas. Sci. and Technology.* 2014. V.25. P. 015201.
21. Zhao Y., Pang F., Dong Y., Wen J., Chen Z., Wang T. Refractive index sensitivity enhancement of optical fiber cladding mode by depositing nanofilm via ALD technology // *Opt. Express.* 2013. V.21. P. 26136-21143.
22. Li T., Donga X., Chanb C. C., Hua L., Qian W. Simultaneous strain and temperature measurement based on a photonic crystal fiber modal-interference interacting with a long period fiber grating // *Opt. Commun.* 2012. V.285. P. 4874-4877.
23. Dong X., Su L., Shum P., Chung Y. Wavelength-selective all-fiber filter based on a single long-period fiber grating and a misaligned splicing point // *Opt. Commun.* 2006. V.258. P. 159-163.
24. Ivanov O. V., Yang F., Tian F., Du H., Thin-core fiber structures with overlays for sensing applications // *Opt. Express.* 2017. V.25. P. 31197-31203.

## РАЗДЕЛ XIX. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Аль-гбури Х.Н.А.

### Особенности развития информационных технологий в РФ

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина  
(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-349

#### Аннотация

В статье рассматриваются особенности развития информационных технологий на современном этапе развития, рассматриваются виды информационных технологий, их этапы развития. Анализируется довольно высокая роль информационных технологий во всех отраслях деятельности.

**Ключевые слова:** информационные технологии, стратегия, развитие, рынок ИТ, Российская Федерация, информационная безопасность, Интернет.

#### Abstract

The article discusses the features of the development of information technologies at the present stage of development, considers the types of information technologies, their stages of development. The rather high role of information technologies in all branches of activity is analyzed.

**Keywords:** information technologies, strategy, development, IT market, Russian Federation, information security, Internet.

Информационные технологии это способы и средства, которые используют отдельные или совокупные компьютерные программы и аппаратные средства для обработки информации и операций для достижения целей. Этапы формирования информационных технологий:

1-й этап (до второй половины XIX в.).

2-й этап (с конца XIX в.).

3-й этап (40–60-е гг. XX в.).

4-й этап (с начала 70-х гг.).

5-й этап (с середины 80-х гг.).

6-й этап (с начала 90-х гг.).

ИТ в настоящее время классифицируют по ряду признаков:

- способу реализации в АИС;
- степени охвата ИТ задач управления;
- обслуживаемой предметной области.

Структура информационных технологий представляет собой внутреннюю ИТ-организацию, представляющую собой соединение ее частей. Другая ее часть это база знаний, которая состоит из баз данных и информационных банков, а также пользовательских интерфейсов (рис. 1).

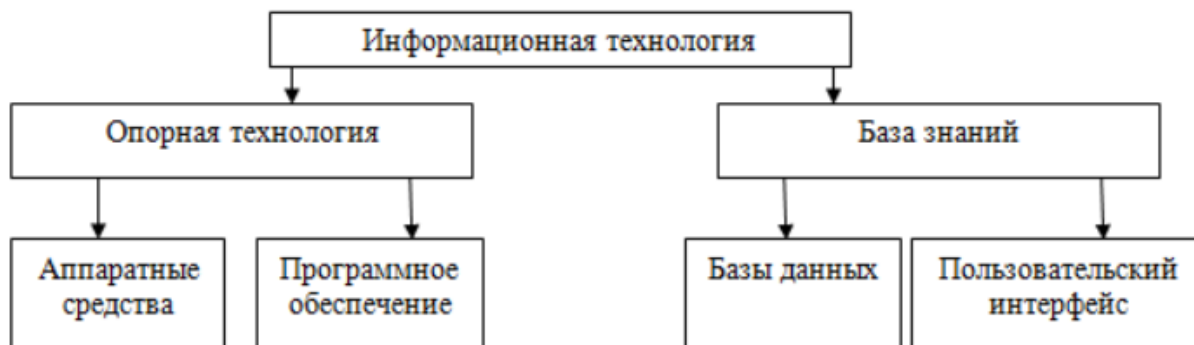


Рисунок 1. Структура информационной технологии.

С каждым годом информационные технологии оказывают все большее влияние, как на экономику, так и на повседневную жизнь людей. Качество уровня развития большинства отраслей (энергетика, медицина, образование, торговля, финансовый сектор, страхование и др.) и государственного управления, в том числе военной сферы, связаны с применением информационных технологий.

Общий объем российского рынка информационных технологий, рассчитанный по совокупному объему реализации продукции на внутреннем рынке, составил на конец 2021 года около 920 млрд. руб. Объем продаж программного обеспечения в стране достиг 420 млрд. руб., а услуг 250 млрд. рублей. В 2021 году общий рост рынка информационных технологий, по разным оценкам, по сравнению с результатами предыдущего года составляет от 3,9% до 6%, а рост нетехнической части этого рынка превысил 10%.

Российская индустрия информационных технологий обеспечивает менее 35% потребностей российского рынка, в основном за счет сервисного сегмента. Из всей потребляемой в России продукции индустрии информационных технологий в стране произведено программных продуктов на сумму около 50 млрд. руб. и услуг до 220 млрд. руб. В сегменте оборудования почти все потребности внутреннего рынка покрываются за счет импорта.

По данным Всемирного экономического форума, индекс конкурентоспособности экономических государств имеет высокую корреляцию с индексом развития в сфере информационных и коммуникационных технологий.

Российский интернет-рынок является крупнейшим в Европе и имеет значительный потенциал роста. Среди других тенденций необходимо отметить рост пользовательского спроса на смарт-устройства и интернет-сервисы, подключение материальных вещей с датчиками и исполнительными механизмами к средствам связи и сетевой инфраструктуре, дальнейшее применение информационных технологий в управлении бизнесом и автоматизации бизнеса, государственный сектор, глобализация рынков информационных технологий, рост профессиональных интересов между странами и/или промышленных компаний увеличились.

В ближайшие годы основными точками роста в сегменте разработки ПО, станут облачные технологии, системы автоматизации бизнеса, технологии обработки больших данных и мобильные бизнес-приложения. Еще одним перспективным сегментом российской индустрии являются компании, предоставляющие услуги веб-программирования и веб-разработки. Использование разработчиков бесплатного программного обеспечения с открытым исходным кодом теперь позволяет компаниям представить свой бизнес более широкой аудитории без значительного увеличения лицензионных сборов.

Поскольку российские компании являются технологическими конкурентами, в будущем, важно поддерживать создание и развитие алгоритмических и исследовательских возможностей. Необходимо адаптировать существующие механизмы распространения знаний, разрабатываемые в соответствии с институциональными органами высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов Российской академии наук, научно-исследовательских центров мирового уровня в области прорывных технологий.

При этом государственная поддержка должна быть направлена на создание центров передового опыта в области информационных технологий, а также на поддержку их представителями отрасли, привлечение потенциальных заказчиков информационных технологий, международных и российских исследователей и профильных организаций.

Исследования и разработки в области информационных технологий играют важную роль в развитии всей отрасли, особенно в долгосрочной перспективе. Необходимо четко определить приоритет политической политики в области научных исследований и разработок в области информационных технологий на долгосрочную и краткосрочную перспективу, которым будут руководствоваться все компетентные органы и институты развития, связанные с научно-исследовательской деятельностью; а также синергетический эффект государственных и частных инвестиций в научно-исследовательские компании. Результатом станет научно-

техническая поддержка в направлениях развития индустрии информационных технологий России.

Междисциплинарные исследования будут играть важную роль на стыке информационных технологий и других наук. При массовом проникновении информационных технологий во все отрасли экономики важно обеспечить включение отраслевых исследований и разработок, связанных с информационными технологиями, в отраслевые исследования и разработки.

\*\*\*

1. Алиев В.С. Информационные технологии и системы финансового менеджмента / В.С. Алиев. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 320 с.
2. Вендров А.М. Практикум по проектированию программного обеспечения экономических информационных систем / А.М. Вендров. – М.: Финансы и статистика, 2021. – 192 с.
3. Лазарев И.А. Новая информационная экономика и сетевые механизмы ее развития / И.А. Лазарев. – М.: Дашков и К°, 2020. – 889 с.
4. Чаадаев В.К. Информационные системы компаний связи. Создание и внедрение / В.К. Чаадаев. – М.: Экотрендз, 2019. – 790 с.

**Борzych Н.Ю**

### **Анализ систем поддержки принятия решений, их классификаций и методов принятия решений**

*РТУ МИРЭА  
(Россия, Москва)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2022-350*

#### **Аннотация**

В работе проведен обзор систем поддержки принятия решений, деление их на классы по критерию сложности решаемых задач. Представлена классификация методов принятия решений, учитывающих неопределенность и многокритериальность.

**Ключевые слова:** системы поддержки принятия решений, СППР, классификация, анализ, методы.

#### **Abstract**

The paper provides a review of decision support systems, dividing them into classes according to the criterion of complexity of the tasks being solved. A classification of decision-making methods that take into account uncertainty and multi-criteria is presented.

**Keywords:** decision support systems, DSS, classification, analysis, methods.

Математическую теорию принятия решений часто называют теорией принятия решений (ТПР). ТПР разрабатывает универсальный метод анализа ситуаций принятия решений. При работе с помощью данных методов получаем полную информацию о возможных проблемах, отношении лица, принимающего решение (ЛПР) к риску и потенциально возможных ответных реакциях на принятые решения от других субъектов, которые могут использоваться для вывода о наиболее подходящем варианте решения задачи.

Лицо, принимающее решения – это субъект, который делает выбор определенного варианта в качестве решения и несет ответственность за последствия реализации этого решения.[4] ЛПР может также представлять группу, которая принимает любое из альтернативных управленческих решений.

В процессе принятия решений использование традиционных компьютеров не является наиболее эффективным. Помимо информации из баз данных, экономических и технических расчетов, руководителю постоянно приходится взаимодействовать в своей рабочей деятельности с определенными задачами по управлению системой, которые не могут быть решены в рамках стандартных информационных технологий.

Чтобы решать подобные типы задач были реализованы системы поддержки принятия решений (СППР). Они являются автоматизированными системами обработки информации, целью которых является помощь людям, принимающим решения в сложных условиях, полностью и объективно проанализировать предметную область.[1]

Основные направления подобных систем:

1. упрощение процедуры анализа, данных и взаимодействия между данными и их обработкой моделью принятия решений
2. необходимость передавать дополнительную информацию, особенно в случае неструктурированных или слабо структурированных задач.

Главная роль СППР состоит не в подмене человека на систему, а в повышении эффективности работы сотрудника. Для этого у системы должен быть простой и легко адаптированный интерфейс и при этом она должна уметь вести диалог с пользователем на характерном языке для управляемой области. Основная цель СППР – не автоматизация процесса принятия решений, а эффективное взаимодействие с системой для поиска необходимых решений.

СППР можно разделить на три класса по критерию сложности решаемых задач.

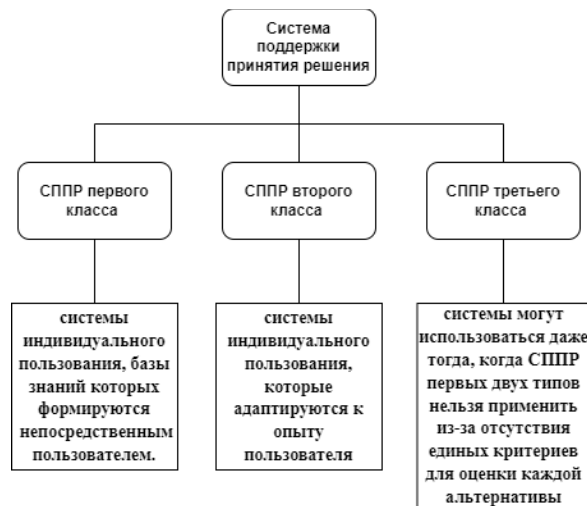


Рисунок 1. Классы систем поддержки принятия решений.

Системы первого класса. Они имеют больше всего функциональных возможностей. В основном их используют в структурах государственного управления и в управлении крупных компаний. Комплекс целевых программ применяется для обоснования решений, таких как каким образом должны быть распределены ресурсы компании на основании оценок и влияния действий на достижение конечной цели системы. СППР первого класса являются система совместного принятия решений, в которой база знаний формируется несколькими экспертами, являющимися специалистами в различных областях.

Система второго класса. Базы знаний формируют самим пользователем СППР и они являются системами индивидуального пользования. Эти системы предназначены для менеджеров среднего звена небольших организаций для выполнения оперативных и административных задач.

Системы третьего класса. Такие СППР пытаются адаптироваться к опыту пользователя. Эти системы подходят для индивидуального пользования. Предназначены для решения общих проблем системного анализа и управления операциями. Такие СППР решают конкретные задачи, которые ориентируются на полученную информацию о результатах практического применения, которые были приняты в предыдущие итерации работы с такими же задачами.



### Классификация методов принятия решений

Есть огромное количество методов принятия решений и их классификаций, основанных на применении различных признаков. В приведенной ниже таблице показана одна из возможных классификаций, которая характеризует содержание и тип полученной экспертной информации[2].

Таблица 1

Классификация методов принятия решений.

Содержание информации	Тип информации	Метод принятия решений
1. Экспертная информация не нужна		Метод доминирования. Метод на основе глобальных критериев
2. Информация о предпочтениях с несколькими условиями	Качественная информация и финансовая отчетность Количественная оценка предпочтительности критериев. Количественная информация об альтернативах.	Лексикографическое упорядочение. Сравнение разностей критериальных оценок. Метод припасовывания. Методы "эффективность–стоимость". Методы свертки на иерархии критериев. Методы порогов. Методы идеальной точки. Метод кривых безразличия. Методы теории ценности
3. Информация о предпочтении альтернатив	Оценка предпочтительности парных сравнений	Методы математического программирования. Линейная и нелинейная свертка при интерактивном способе определения ее параметров
4. Информация о предпочтениях и альтернативных исходах по нескольким критериям	Информация о предпочтениях отсутствует. Количественная и/или интервальная информация о результатах. Качественная информация о предпочтениях и количественная информация о результатах. Качественная (порядковая) информация о предпочтениях и результатах. Количественная информация о предпочтениях и результатах.	Методы с дискретизацией неопределенности. Стохастическое доминирование. Методы принятия решений в условиях риска и неопределенности на основе глобальных критериев. Метод анализа иерархий. Методы теории нечетких множеств. Метод практического принятия. Методы выбора статистически ненадежных решений. Методы кривых безразличия для принятия решений в условиях риска и неопределенности. Методы деревьев решений. Декомпозиционные методы теории ожидаемой полезности.

Из этой таблицы видно, что принципы данной классификации позволили четко выделить несколько групп методов. Три первых являются методами решения в детерминированных условиях, а последний же – методом принятия решений в условиях неопределенности. В настоящее время наибольший интерес представляют алгоритмы и методы, которые позволяют учитывать неопределенность и многокритериальность. К последним относятся методы иерархического анализа, методы, основанные на теории нечетких множеств, и методы декомпозиции, основанные на теории ожидаемой полезности.

### Заключение

На основе рассмотренных методов пришли к выводу что они универсальны и учитывают многокритериальность выбора в условиях неопределенности, что в свою очередь отвечает требованиям простоты и обработки экспертной информации. Выбор типа СППР, безусловно, зависит от цели и конкретных задач

\*\*\*

1. Стародубцев А.А. "Система поддержки принятия решений" Актуальные проблемы авиации и космонавтики, №. 12, 2016, С. 99-101.
2. Информационные технологии в инженерной практике. Учебное пособие / А. В. Майстренко, Н. В. Майстренко.– Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017.
3. Модель принятия эффективных управленческих решений в иерархических многоуровневых системах /Калач А.В., Смоленцева Т.Е. // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". 2022. № 1. С. 129-135.
4. Сараев А. Д., Щербина О. А. Системный анализ и современные информационные технологии //Труды Крымской Академии наук. — Симферополь: СОНАТ, 2006. — С. 47-59,

**Виноградова А.Е., Белаш В.Ю.**

### О программных продуктах для поиска видеофайлов по эпизоду

*Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского  
(Россия, Калуга)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-351

#### Аннотация

В статье рассмотрены наиболее популярные существующие средства для распознавания видео и алгоритмы их работы; сделан вывод о базовых функциональных возможностях разрабатываемого приложения.

**Ключевые слова:** аналог, распознавание, алгоритм, фильм.

#### Abstract

The article discusses the most popular existing tools for video recognition and algorithms for their work; a conclusion was made about the basic functionality of the application being developed.

**Keywords:** analogue, recognition, algorithm, film.

Обилие визуальной и звуковой информации подразумевает поиск понравившейся медиатеки. Существует приложение, распознающее любого рода мелодии, но отсутствует сервис по распознаванию фильмов [1]. Для упрощения поиска решено создать уникальное приложение, благодаря которому пользователь сможет быстро найти название интересующего его фильма с помощью скриншота из его отрывка или короткого описания.

Для решения вопроса об актуальности разрабатываемого программного продукта был проведен опрос пользователей в возрасте от 18 до 35 лет, который показал их заинтересованность в использовании приложений по поиску видео (Рис. 1, Рис. 2).



Рисунок 1. Опрос об актуальности приложения.



Рисунок 2. Опрос об актуальности приложения.

Проведя анализ актуальности разрабатываемого продукта, стоит обратить внимание на аналогичные разработки для учета недостатков, разумной преемственности и улучшения работы будущего сервиса.

Есть три поисковых способа:

- Поиск по изображению;
- Поиск по описанию эпизода;
- Поиск по цитате.

В свою очередь можно осуществить этот поиск в следующих ресурсах:

- Яндекс;
- Google;
- YouTube.

Перейдем к рассмотрению каждого из перечисленных программных средств.

Естественно, индексировать изображения сложнее, чем текст – любая иллюстрация распределяется на элементы, которым присваивается конкретное описание, которое, после сортировки, хранится в базе данных. В итоге всякое изображение приобретает отдельный ключ. Когда юзер загружает свой образец, он тоже раскладывается на элементы и ему также присваивают индивидуальный ключ. Затем по базе данных происходит отбор ключей, которые похожи на ключи изображения. Если картины одинаковые, то тогда происходит абсолютное единство ключей.

Далее рассмотрим, в каких сервисах может осуществляться поиск изображения. Начнем с Яндекса, при воспроизведении картины из фильма, сервис начинает поиск. Итог виден в разделе «Кажется, на изображении». Выводится информация о фото: какие актеры находятся на нем, возможно, название фильма. Чуть ниже будут похожие кадры из той же картины.

В качестве альтернативы Яндекса пользователи используют программу Google. Она работает тождественно Яндексу за исключением раздела «Кажется, на изображении». В результатах предоставляют только схожий запрос и список сайтов с названием фильма и описанием. Можно загрузить готовый файл либо вставить ссылку на фото из интернета. Добавить скриншот из буфера обмена не получится.

Можно сказать, что Яндекс и Google используют одинаковые алгоритмы, но при необходимости определить фильм по картинке, нужно опробовать оба варианта. Так как данные сервисы позволяют загрузить изображение не всеми способами. Кроме того, данные системы в своих базах данных хранят мало кадров. Данный процесс займет много времени и не всегда приведет к желаемому результату.

Перейдем к следующему способу, поиску по описанию эпизода.

Когда введен произвольный запрос, поисковые системы выдают результат практически мгновенно, при этом реализуется достаточно сложный алгоритм формирования выдачи с поиском по обширной базе проиндексированных сайтов. В общем случае кратко процесс можно представить следующим образом:

- получение запроса, сформулированного пользователем;
- лингвистический анализ, трактовка морфологии, снятие омонимии, дополнение синонимами, определение тематики запроса;
- поиск в индексе страниц с релевантным содержанием, которые подходят под тематику и ключевые слова запроса;
- построение порядка выдачи, то есть ранжирование с учетом множества факторов;
- передача готового результата поиска пользователю.

Рассмотрим каждый сервис более детально. Яндекс и Google осуществляют поиск идентично. При поиске по описанию какого-то эпизода из фильма или сериала программы вам предоставят схожий запрос о список сайтов с названием видеофайла и описанием.

Практически аналогичный результат покажет вам и YouTube, однако есть все-таки отличия. Введя в строку описание какого-либо запомнившегося эпизода, мы получаем целый список видео. Но иногда на поиск нужного ролика уходит довольно много времени. Плюс на YouTube очень мало фильмов.

Подводя итог, можно сказать следующее: процесс поиска фильма по описанию эпизода займет много времени и не всегда приведет к желаемому результату.

Отличий между поиском по описанию эпизода и цитате из фильма нет, они абсолютно одинаковы. Именно из-за этого, можно сказать, что при поиске по цитате процесс не всегда приведет к желаемому результату.

Итак, на основе проведенного анализа программных продуктов для распознавания видео, следует отметить, что подобный разрабатываемый продукт должен оперативно осуществлять поиск, реализовывать возможность загрузки изображений различными способами (скопированная иллюстрация, ссылка на изображение в сети, скрин). Кроме того, потребуется база данных, которая будет хранить большое количество кадрово сохраненных моментов из фильмов и сериалов.

Анализ, оценивание и поиск изображений – одно из актуальных направлений в развитии информационных технологий. Подобные решения целесообразно использовать для реализации программных продуктов коммерческого, развлекательного и учебного характера.

\*\*\*

1. Виноградова А.Е., Белаш В.Ю. О создании приложения для распознавания видео по кадру (фрагменту) // Дневник науки. 2022. №10 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.dnevniknauki.ru/images/publications/2022/10/technics/Vinogradova\\_Belash.pdf](http://www.dnevniknauki.ru/images/publications/2022/10/technics/Vinogradova_Belash.pdf) (Дата обращения 20.10.2022).
2. Озова Б.Х., Ворокова Н.Х. Анализ поисковых запросов// UNISENDER. Научная электронная библиотека. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47158134> (Дата обращения 20.10.2022).
3. Тыринов В.С., Волков М.А. Технологии работы сервисов по поиску обратного изображения// UNISENDER. Научная электронная библиотека. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47158134> (Дата обращения 20.10.2022).
4. Целых А.Н., Краснощеков Е.Е. Персональные поисковые сервисы интернета// UNISENDER. Научная электронная библиотека. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47158134> (Дата обращения 20.10.2022).

**Гочияева М.Д., Байрамкулов К.Х.**

**Разработка и реализация развлекательной компьютерной игры**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия»  
(Россия, Черкесск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-352

#### **Аннотация**

Данная статья посвящена разработке и реализации компьютерной игры развлекательного характера. В статье подробно расписаны экземпляры – объекты классов разрабатываемой игры. Рассмотрены основные методы и поля классов game, food, man, sportzal и их функции в программе. Приведен пошаговый алгоритм работы компьютерной игры в разном состоянии.

**Ключевые слова:** разработка, игра, компьютерная игра, реализация, программа, объекты.

### Abstract

This article is devoted to the development and implementation of an entertaining computer game. The article describes in detail instances - objects of classes of the game being developed. The main methods and fields of the game, food, man, sportzal classes and their functions in the program are considered. A step-by-step algorithm for the operation of a computer game in a different state is given.

**Keywords:** development, game, computer game, implementation, program, objects.

Практически с самого своего зарождения, разработка компьютерных игр стала одной из самых трудоемких задач для различных видов специалистов из сферы информационных технологий и смежных областей.

Стоит отметить, что компьютерные игры сегодня доступны на различных системных платформах. Разработка ведется как для настольных персональных компьютеров, так и для мобильных устройств. Кроме того, на всех этих устройствах используются различные операционные системы и среды, имеющие совершенно разную архитектуру.

В настоящее время игровая индустрия активно развивается. Каждый год на рынок выпускаются десятки тысяч новых игр, которые расходятся миллионами копий по всему миру и приносят десятки миллиардов долларов игровой индустрии.

Объектом исследования является компьютерная игра. Целью моего исследования является разработка и реализация развлекательной компьютерной игры.

В разрабатываемой игре были созданы следующие экземпляры – объекты классов:

f[N] – массив объектов типа food, данный массив хранит информацию о пище, которую будет поесть главный персонаж;

g – объект типа game, данный объект является наиболее важных, так как с его помощью реализуется интерфейс заставок, меню и контролируется игровой процесс;

m(3,44) – объект типа man, хранит информацию о персонаже, контролирует процесс перемещения по экрану

s – объект типа sportzal, используется для отображения спортзала на экране.

Рассмотрим основные методы и поля класса game и их функции в программе:

void zastavka() – публичный метод, реализует заставку при запуске игры;

int opt(int mode) – публичный метод, используется для определения ключа mode выбираемого пункта меню;

void menu() – публичный метод, который необходим для создания главного меню программы.

Рассмотрим основные методы и поля класса food и их функции в программе:

int x,y,dx,dy,points,val – приватные переменные, которые необходимы для задания параметров объектов - пищи;

food() – публичный конструктор, который инициализирует основные переменные в классе;

void new\_food() – публичный метод, который управляет процессом создания новых объектов-пищи;

void zarisovkaf() – публичный метод, необходимый для прорисовки пищи на экране.

Рассмотрим основные методы и поля класса man и их функции в программе:

int size, void \*arrow, void \*arrow2 – приватные поля, которые необходимы для реализации перемещения главного персонажа по экрану;

int x,y,dx,dy,direct,kkal – публичные поля, необходимые для задания параметров прорисовки персонажа, направления его движения и количества набранных им калорий;

void zarisovkam() – публичный метод, прорисовка персонажа на экране;

`void moveright(),moveleft(),moveup(),movedown()` – публичные методы, которые реализуют перемещение персонажа в различных направлениях;

`void work()` – публичный метод, контролирующий весь игровой процесс;

`man(int x,int y)` – публичный конструктор.

Рассмотрим основные методы и поля класса `sportzal` и их функции в программе:

`void zarisovkas()` – публичный метод, реализующий прорисовку спортзала на экране.

Протестируем разные состояния игры:

Запускаем игру, появляется заставка (Рисунок 1), что говорит о корректной инициализации графического режима и создания экземпляра класса `zastavka`, с последующей прорисовкой.

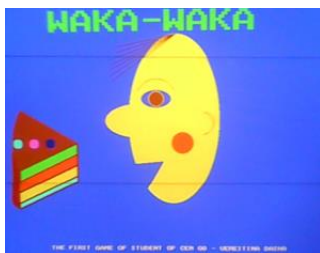


Рисунок 1. Запуск приложения.

Ожидаем некоторое время, анимация продолжается некоторое время.

Нажимаем любую кнопку (Рисунок 2). Заставка завершается и открывается главное меню приложения.

Нажимая клавиши «Вверх» / «Вниз» протестируем работу меню. Класс `menu` реализован правильно, о чем говорит корректная работа переключения пунктов меню.



Рисунок 2. Работа главного меню.

Далее запустим игровой процесс выбрав пункт меню “NEW GAME” и нажмем `Enter`. Произошел запуск игры (Рисунок 3).



Рисунок 3. Запуск игры.

Инициализация экземпляров классов `man`, `food`, `sportzal` произошла корректно, о чем свидетельствуют соответствующие прорисованные объекты. Протестируем перемещение персонажа, поедания пищи, создание нового объекта, с другими параметрами на месте съеденного.

Все методы работают корректно. При наборе определенного количества калорий игровой процесс завершается и отображается финальная заставка «GAME OVER» (Рисунок 3). Закрытие графического режима и выход из программы.



Рисунок 3. Финальная заставка.

Тест завершен, все тестируемые функции, описанные в соответствующих классах работают правильно.

В данной программе реализованы четыре класса, которые управляют всеми аспектами игровой системы на каждом шаге. Классы не связаны наследованием, так как являются разнородными и используются для различных целей, которые невозможно объединить в единый класс, наследующий все остальные. Назначение программы – компьютерная игра, предназначенная для развлекательных целей.

Программа работает, начиная с запуска и до того момента, пока не будет нажата клавиша Esc. Запуск программы осуществляется с помощью exe файла. В конце программы выдаётся сообщение об окончании игры. Если в текущем каталоге не будут обнаружены файлы графических библиотек, то программа выдаст сообщение о графической ошибке.

\*\*\*

1. Кариев, Ч. А. Разработка Windows-приложений на основе Visual C#: учебное пособие / Ч. А. Кариев. — 3-е изд. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 978 с.
2. Колобашкина, Л. В. Основы теории игр: учебное пособие / Л. В. Колобашкина. — 5-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 196 с.
3. Нужный, А. М. Разработка мобильных приложений: учебное пособие для СПО / А. М. Нужный, Н. И. Гребенникова, В. В. Сафронов. — Саратов: Профобразование, 2022. — 92 с.

**Григорьева Е.Г., Марченко Ю.Д.**

**О разработке трехмерных архитектурных моделей с элементами интерактивного взаимодействия в задачах исторической реконструкции**

*Волгоградский государственный университет  
(Россия, Волгоград)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2022-353*

**Аннотация**

В статье рассматривается технология разработки трехмерных моделей исторических зданий с возможностью «виртуальной интерактивной экскурсии» внутри и снаружи. Представлены результаты использования в работе связки : трехмерный редактор Blender и межплатформенная среда для разработки компьютерных игр Unity.

**Ключевые слова:** трехмерное моделирование, Blender, историческая реконструкция, Unity.

**Abstract**

The article discusses the technology for developing three-dimensional models of historical buildings with the possibility of a "virtual interactive tour" inside and outside. The results of using the bundle in the work are presented: the three-dimensional Blender editor and the Unity environment.

**Keywords:** 3D modeling, Blender, historical reconstruction, Unity.

В последнее время большой популярностью пользуются трехмерные экскурсии по музеям, историческим паркам, позволяющие изучить исторический объект, не выходя из дома. Традиционно такие экскурсии выполняются с использованием панорамной фотосъемки в

формате 360°, что делает невозможным активное взаимодействие посетителя с объектами окружающей среды. В случае же восстановления объекта с помощью трехмерной графики появляется возможность анимирования предметов, задание параметров их поведения, а значит, возникает возможность организации интерактивного взаимодействия с ними.

В силу того, что со временем старая застройка города утрачивает свой первоначальный вид, а иногда и вовсе уничтожается и заменяется новыми современными строениями, весьма актуальной становится задача сохранения исторического архитектурного наследия города не только в виде документов и фотографий, но главное – в трехмерном цифровом формате.

В качестве объекта реконструкции выбран многоквартирный дом по адресу: город Волгоград, ул. Дзержинского, дом №24. Здание построено в 1955 году по проекту сталинградских архитекторов С.К. Кобелева и Ф.М. Лысова. При этом С.К. Кобелеву принадлежит общий проект застройки всей улицы Советской (на которой находится дом-двойник, построенный по тому же проекту), проложенной на основе старых Царицынских улиц – Астраханской, Костромской и Пензенской. Дома 1-47 на улице Советской находятся в Едином государственном реестре объектов культурного наследия (памятников истории и культуры [8]) народов Российской Федерации. Стоит отметить, что многие части дома №24 уже потеряли свой первоначальный вид.

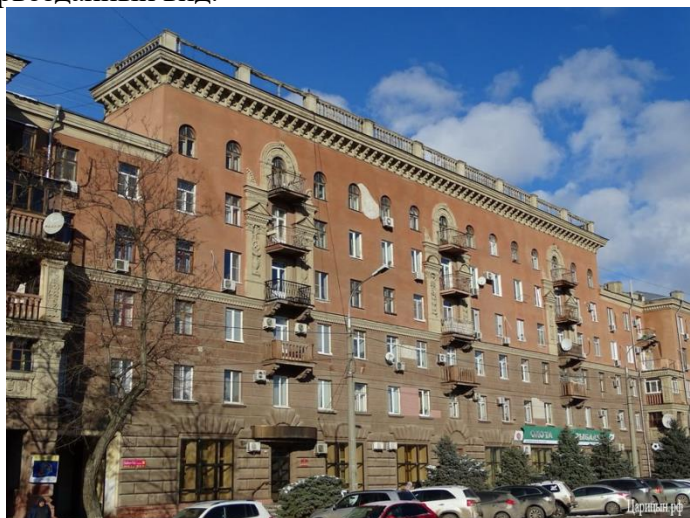


Рисунок 1. Город Волгоград, ул. Дзержинского, дом №24.

Интерьер анимированной квартиры был максимально приближен к реальности тех времен, для чего использованы самые разнообразные источники информации: фильм “Дом, в котором я живу”, выпущенный в 1957г, воспоминания жителей г. Сталинграда, фотодокументы из Интернета, архивные документы. При создании трехмерных моделей были использованы типовые размеры для архитектуры Сталинского периода, а также воспроизведены лепнина, барельефы на фасаде, внешний вид колонн и решеток, балконов и пр.



Рисунок 2. Интерьер квартиры внутри дома (вид сверху).



При моделировании здания снаружи были воспроизведены все элементы декора здания.

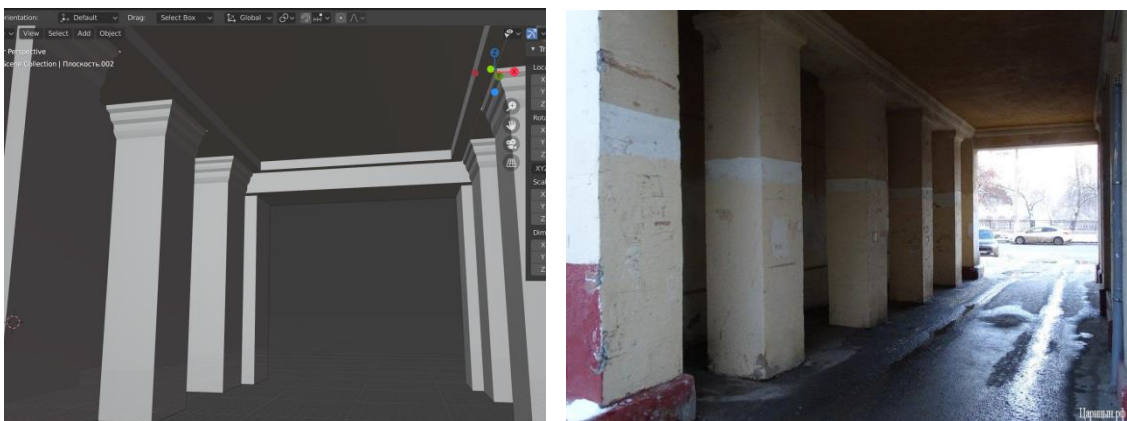


Рисунок 4. Моделирование колонн (слева). Исходная колонна (справа).

Одной из наиболее износившейся снаружи частей здания является крыша. При строительстве ей уделялось особое внимание, так как по всему ее периметру расположена лепнина.

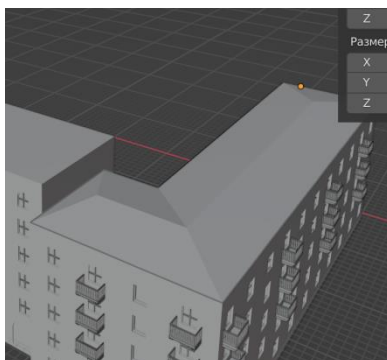


Рисунок 5. Моделирование крыши.

Следующая задача - восстановить первоначальный вид забора на крыше по имеющимся фотографиям (Рис 6).



Рисунок 6. Моделирование забора на крыше.

Рассмотрим, какие возможности предоставлены для конечного пользователя (Рис 7). Интерактивная экскурсия состоит из нескольких этапов, каждый из которых постепенно открывает перед пользователем все больше возможностей: просмотр, передвижение, взаимодействие с объектами. Чтобы на сцене не собиралось большое количество объектов, каждый этап запрограммирован на отдельной сцене.



Рисунок 7. Схема взаимодействия пользователя с объектами сцены.

При разработке проекта были задействованы коллайдеры. В Unity коллайдер - это компонент, который определяет форму объекта для физических столкновений. Он невидимый и бывает разных типов: коллайдер-сфера, коллайдер-коробка. В данном проекте используется меш-коллайдер - он принимает точную форму трехмерного объекта.



Рисунок 8. Меш-коллайдеры в режиме отладки



Рисунок 6. Результат моделирования здания (вид сбоку)

Модель, ставшая результатом работы, и приложение в целом, могут быть внедрены в более крупные проекты по просвещению молодых поколений об истории городов России, а конкретно - города Сталинграда.

\*\*\*

1. Анкета дома «г. Волгоград, ул. им Дзержинского, 24». — Текст : электронный//дом.минжкх:[сайт].—URL: <https://dom.mingkh.ru/volgogradskaya-oblast/volgograd/188732>
2. Планировка квартиры «сталинка» или «сталинских домов». — Текст : электронный // О недвижимости : [сайт]. — URL: <https://www.habrealty.ru/planirovka/planirovka-stalinka.html>
3. Сведения из Единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации. — Текст : электронный // Официальный сайт Минкультуры России : [сайт]. — URL: [https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/#{"version":"5a8c0681fa52fe6e309444cd","tab":"build\\_table"}](https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/#{)
4. Советская, 23 и ее родственник. — Текст : электронный // царицын.рф : [сайт]. — URL: <http://царицын.рф/social/watch/776-sovetskaya-23.html>
5. The Freedom to Create. — Текст : электронный // blender : [сайт]. — URL: <https://www.blender.org/about/>
6. Прахов А.А. Самоучитель Blender 2.7 / А.А. Прахов. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2016. — 400 с.
7. Руководство Unity. — Текст : электронный // Unity | Documentation : [сайт]. — URL: <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual/>
8. Iraci B. Blender Cycles: Lighting and Rendering Cookbook / B. Iraci. — Birmingham: Packt Publishing, 2013. — 274 с.

Хапаева Л.Х., Лайпанов А.А.

**Проектирование информационной системы для ветеринарной клиники академии**

ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия»  
(Россия, Черкесск)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-354

**Аннотация**

В настоящее время благодаря возможностям технического и технологического процесса для любой сферы жизни и деятельности человека существует возможность использования всевозможных достижений техники, призванных оптимизировать процессы человеческой деятельности. Целью данной статьи является проектирование информационной системы для автоматизации документооборота ветеринарной клиники академии. Объектом рассмотрения являются информационные процессы, связанные с процессами документооборота ветеринарной клиники

**Ключевые слова:** проектирование информационных систем, CASE, CASE-технологии, ветеринарная клиника, ветеринария, документооборот.

**Abstract**

At present, due to the possibilities of the technical and technological process for any sphere of human life and activity, it is possible to use all kinds of technological advances designed to optimize the processes of human activity. The purpose of this article is to design the information system "Document Management" to automate the workflow of the Academy's veterinary clinic. The object of consideration is information processes associated with the processes of document circulation of a veterinary clinic.

**Keywords:** design of information systems, CASE, CASE-technologies, veterinary clinic, veterinary science, workflow.

Клиника для животных - это тип лечебного учреждения. Его цель - оказание медицинских услуг пациентам из числа животных. Согласно исследованиям, проведенным различными статистическими органами, в среднем около девяти миллионов животных ежегодно лечатся ветеринарами в России, и в то же время статистика показывает, что это число постоянно растет. Вывод заключается в том, что оптимизация работы предприятия имеет смысл и приносит экономическую выгоду. Ветеринарная клиника, в которой проводится автоматизация, включает в себя следующие отделения: приемное, лабораторию, рентген, УЗИ и т.д., кабинеты соответствующих специалистов и архив.

Служба регистрации ведет первичный регистр пациентов и записывает на прием к соответствующим врачам.

Лаборатория и другие помещения, где находятся анализы и результаты всех видов исследований, доступны для пациентов только по указанию лечащего врача.

Пациенты размещаются в специализированных палатах, оснащенных необходимым оборудованием в соответствии со специализацией лечащего врача, которые являются частью лечебных кабинетов.

Архив служит хранилищем информации. Информация, хранящаяся в архиве, включает, в частности, информацию об истории болезни каждого пациента и личные данные пациентов. Кроме того, в журнале регистрируется порядок выполнения услуг, количество использованных медикаментов и количество инструментов, требующих частой замены.

Пользователями системы являются сотрудники регистратуры и картотеки, лечащие врачи, лаборанты, направляющий врач и менеджер клиники.

На основе анализа масштаба необходимо разработать систему, которая улучшит обслуживание клиентов, обслужит больше клиентов и ускорит работу врачей ветеринарной клиники. Система будет использоваться на рабочем месте врача, в регистратуре с целью ускорения обслуживания клиентов.

Основной задачей системы является своевременный и оперативный сбор медицинских записей, что необходимо для быстрого поиска и обработки информации о пациентах и их заболеваниях в рамках процесса диагностики и выбора лечения. Автоматизировав эти процессы, клиника сможет определять динамику развития болезни пациента и предотвращать ее рецидивы. Анализ медицинских данных поможет врачам получить более полную картину и принять более правильные решения. Достижение целей системы можно оценить по следующим критериям: снижение административного бремени, сокращение времени, затрачиваемого на лечение и сбор информации, и снижение финансовых затрат на услугу.

После завершения базовой фазы проектирования информационной системы, состоящей из анализа темы и изучения контекста проблемы, можно приступать к практической части проектирования. После получения результатов аналитической части проектирования системы формулируется цель работы и задача, для которой разрабатывается информационная система. Также описывается объем задачи, ее характеристики и описание входных и выходных данных.

Практическая часть проектирования информационной системы заключается в основном в выборе метода проектирования. Выбор методологии определяет язык, на котором разрабатывается система. Наиболее подходящим языком для моделирования бизнес-процессов является IDEF0, где система представлена в виде набора интерактивных действий или функций. Для создания диаграмм IDEF0 использовалась программа BPwin.

Сначала в IDEF0 были созданы контекстная диаграмма и диаграмма декомпозиции верхнего уровня. Затем в DFD были созданы четыре диаграммы декомпозиции второго уровня.

Контекстная диаграмма представляет собой схему организации работы ветеринарной клиники. Входными данными является информация о пациентах и врачах. Результатом функционирования являются отчеты: об истории болезней, различная информация пациентах и прочие статистические данные. Контекстная диаграмма представлена на рисунке 1. Пользователями системы выступают работники регистратуры, врачи, главный врач и директор клиники.

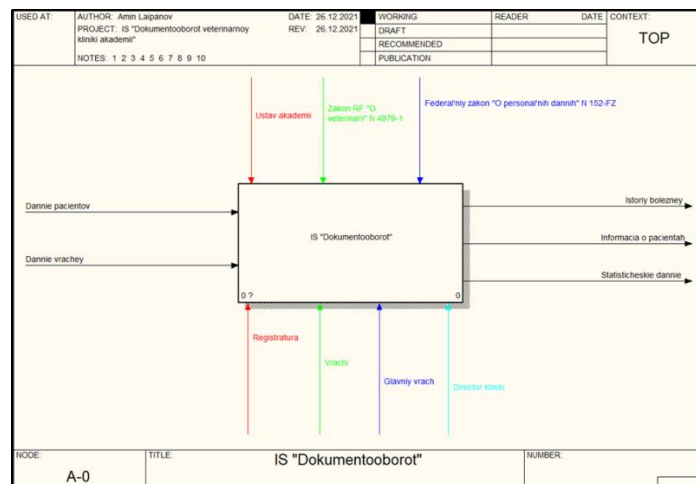


Рисунок 1. Контекстная диаграмма информационной системы «Документооборот».

В дальнейшем представленная выше контекстная диаграмма детализируется на процессы. Первый уровень детализации – это диаграмма, представленная на рисунке 2, с помощью которой производится детализация основного процесса, находящегося на контекстной диаграмме.

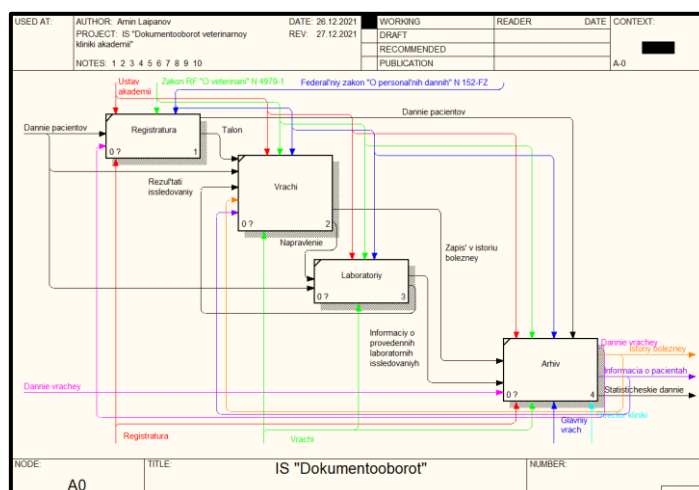


Рисунок 2. Диаграмма декомпозиции первого уровня проекта ИС «Документооборот»

Первый процесс «Регистратура» описывает процессы, проходящие в отделе регистрации. Работник регистратуры подготавливает бланк талона. В него вносится информация фамилия, имя, отчество хозяина питомца, порода и внешнее описание питомца, информация о времени приёма и кабинете, в котором он будет проходить, фамилия, имя, отчество врача, который будет проводить приём. На бланке талона также указывается, что персональная информация хозяина используется в соответствии с законом N 152-ФЗ «О персональных данных». Информация о врачах, ведущих приём, берётся из графика дежурств. Все графики дежурств, как устаревшие, так и будущие, хранятся в архиве.

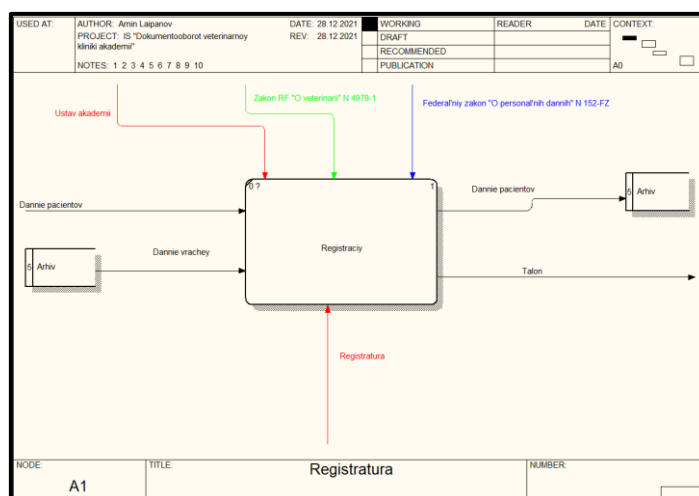


Рисунок 1. Декомпозиция процесса «Регистратура».

Вторым процессом, представленным на диаграмме, является «Врачи». Это процесс описывает работу отдельных специалистов. Каждый врач проводит приём пациентов исключительно по талонам. Перед непосредственным осмотром пациента, врач запрашивает информацию об его истории болезни, хранящейся в архиве. Врач также в праве ознакомиться с прочей информацией о пациенте: условия проживания. В ходе проведения медицинских мероприятий врач может назначить прохождение лабораторных исследований. В этом случае составляется соответствующие направление. Позже информация о результатах пройденного исследования передаётся врачу. Завершающим этапом деятельности данного процесса является составление диагноза, формирования плана лечения и обновление информации в истории болезни пациента. Вся эта информация передаётся в архив.

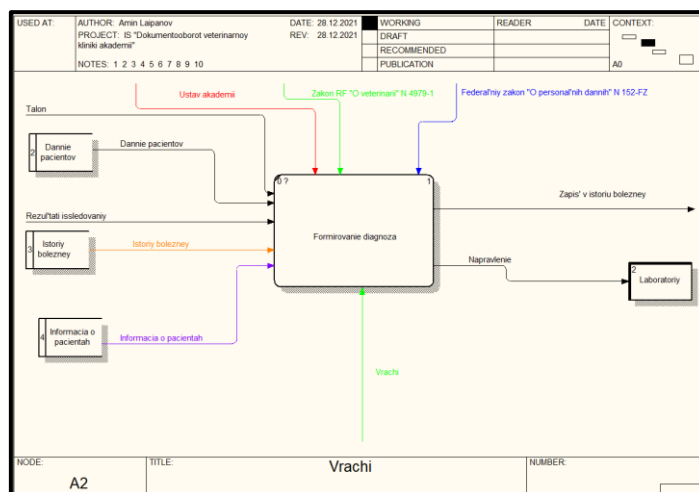


Рисунок 2. Декомпозиция процесса «Vrachi».

Третий этап – «Лаборатория». Процесс «Лаборатория» представляет собой множество лабораторных кабинетов и их работу. Информация о прохождении лабораторных исследований и их результатах, формируемая здесь передаётся врачу, выписавшему назначение, а также отправляется в архив. Так как прохождение лабораторных исследований невозможно без соответствующего направления от лечащего врача, тот данный процесс может вовсе не выполняться.

Четвёртый этап, получивший название «Архив», выполняет функции накопления, хранения и предоставления данных. В него вносится информация о врачах, содержащаяся в графике дежурств, а также информация о пациентах и их истории болезни. Работник регистратуры использует информацию о врачах на дежурстве на выбранную дату для записи на приём, а также вносят в архив информацию о посещении пациентом ветеринарного учреждения. Лаборатории вносят информацию о результатах пройденных исследований в архив. Врач запрашивает из архива историю болезни и прочую информацию о пациенте и сам вносит новые данные в историю болезни.

\*\*\*

1. Рудаков А.В. Технология разработки программных продуктов: Учебник для студ.сред.проф.обр./ А.В.Рудаков- 6-е изд.испр.- М.: Изд-ий центр Академия, 2011.
2. Илюшечкин В.М. Основы использования и проектирования баз данных: учеб.пособие/ Илюшечкин В.М.- М.: Юрайт, 2011.- 213 с.

**Хапаева Л.Х., Лайпанов А.А.**

**Разработка и реализация программно-информационной системы «Документооборот» ветеринарной клиники**

*Северо-Кавказская государственная академия  
(Россия, Черкесск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-355

### **Аннотация**

Сегодня медицинские организации генерируют и хранят огромные объемы данных. Качество и уровень развития ветеринарной клиники в стране в целом и в каждой ее территориальной единице в частности зависит от эффективного использования этой информации врачами-ветеринарами, менеджерами и административными органами. Поэтому необходимость использования больших, но все возрастающих объемов информации для диагностики, терапии, статистики, управления и других задач сегодня требует развития информационных систем.

**Ключевые слова:** проектирование, СУБД, базы данных, Microsoft Access, автоматизированная информационная система, унифицированный язык моделирования, автоматизация работы ветеринарной клиники.

### **Abstract**

Today, healthcare organizations generate and store vast amounts of data. The quality and level of development of the veterinary clinic in the country as a whole and in each of its territorial units in particular depends on the effective use of this information by veterinarians, managers and administrative bodies. Therefore, the need to use large, but ever-increasing amounts of information for diagnostics, therapy, statistics, management and other tasks today requires the development of information systems.

**Keywords:** design, DBMS, databases, Microsoft Access, automated information system, unified modeling language, automation of the veterinary clinic.

Базы данных играют особую роль в современную эпоху. Базы данных используются для хранения больших объемов систематизированных данных, которыми можно добавлять, удалять, изменять, копировать и редактировать. Эти базы данных создаются и эксплуатируются с помощью специального программного обеспечения (языков программирования и инструментов), называемого системами управления базами данных (СУБД). Система управления базами данных, по сути, выступает в качестве посредника между пользователем и базой данных.

В последние годы структуры данных становятся все более сложными, и в дополнение к простой информации в виде чисел и строк появляется все большее количество сложной информации в различных форматах, таких как мультимедийные документы, графические изображения и календари. В результате был разработан ряд очень сложных СУБД для поддержки сбора новых данных и использования современного материала.

Для функционирования информационной системы «Документооборот» ветеринарной клиники необходимо наличие базы данных. Для разработки информационной системы была выбрана СУБД Microsoft Access. Сотрудники ветеринарной клиники будут использовать систему для регистрации проведенных лабораторных исследований.

Автоматизировав систему, можно избежать дальнейших ошибок в документации, например, направления к специалисту, который не явился на прием в день приема, талонов, записей о лечении, потери результатов анализов. Внедрение информационной системы также облегчит исправление ошибок в документации. Напечатанный или бумажный документ невозможно исправить, а значит, врачу приходится тратить больше времени на подготовку одного и того же документа.

Для того чтобы система работала, каждый сотрудник в каждом отделе должен иметь свое рабочее место, состоящее из компьютера и пакета программного обеспечения. Поскольку информационная система необходима для автоматизации рабочих процессов и оптимизации использования компьютеров, нет необходимости покупать мощные рабочие станции, а достаточно дешевых моделей компьютеров, чтобы сотрудники могли комфортно работать.

Исходя из данных полученных на этапе проектирования, построим в выбранной нами СУБД все необходимые таблицы. Всего в рассматриваемой базе данных для информационной системы «Документооборот» существует 5 таблиц.

«Лечащие врачи», содержит поля код, необходимый для функционирования базы данных, фамилию, имя, отчество, специальность, адрес проживания, номер телефона и адрес электронной почты каждого врача-ветеринара, работающего в клинике.

Лечащие врачи	
Имя поля	Тип данных
Код	Счетчик
ФИО	Текстовый
Специальность	Текстовый
Адрес	Текстовый
Телефон	Текстовый
E-mail	Текстовый

Рисунок 1. Таблица «Лечащие врачи».

«График дежурств» - постоянно обновляющаяся таблица: график дежурств составляется каждый месяц.

График дежурств	
Имя поля	Тип данных
Код	Счетчик
ФИО врача	Текстовый
Специальность	Текстовый
Номер кабинета	Текстовый
Приёмные часы	Дата/время

Рисунок 2. Таблица «График дежурств».

«Информация о пациентах», содержит уникальный идентификационный номер пациента, фамилию, имя, отчество его хозяина, вид, то есть парода, кличка, внешнее описание, адрес проживания, номер телефона и адрес электронной почты хозяина.

Информация о пациентах	
Имя поля	Тип данных
УИН	Счетчик
ФИО хозяина	Текстовый
Вил питомца	Текстовый
Кличка	Текстовый
Описание внешности питомца	Текстовый
Адрес	Текстовый
Номер телефона	Текстовый
E-mail	Текстовый

Рисунок 3. Таблица «Информация о пациентах».

«История болезни», содержит информацию о фамилии, имени, отчестве хозяина питомца, виде (пароде) питомца, его кличке и описании внешности, в таблице указывается дата создания записи и вносится наименование выявленного заболевания, а также клинический диагноз, содержащий информацию о болезни, наблюдение врача-ветеринара, результаты лабораторных исследований, представленных в свободной текстовой форме.

История болезни	
Имя поля	Тип данных
ФИО хозяина	Текстовый
Вид питомца	Текстовый
Кличка	Текстовый
Описание внешности питомца	Текстовый
Дата создания записи	Дата/время
Наименование заболевания	Текстовый
Клинический диагноз	Текстовый

Рисунок 4. Таблица - «История болезни».

«Лабораторные исследования», содержат идентификационный номер исследования, уникальный идентификационный номер пациента, результаты исследования, дату проведения и фамилию, имя, отчество, лаборанта, проводившего исследование.

Помимо таблиц, в данной базе данных также присутствуют 5 форм. Каждая форма предназначена для работы с конкретной таблицей и имеет соответствующее название. Форма «Лечащие врачи» - предназначена для внесения данных в таблицу «Лечащие врачи». Форма «График дежурств» - предназначена для внесения данных в таблицу «График дежурств».

Форма «Информация о пациентах» - предназначена для внесения данных в таблицу «Информация о пациентах».



Форма «История болезни» - предназначена для внесения данных в таблицу «История болезни».

Рисунок 5. Форма «История болезни».

Форма «Лабораторные исследования»- предназначена для внесения данных в таблицу «Лабораторные исследования».

Рисунок 6. Форма «Лабораторные исследования».

Все формы обладают полями для ввода данных, соответствующими полям связанных с ними таблиц.

А также 2 отчёта, представляющих информацию таблиц «График дежурств» и «История болезни» в удобной для пользователя форме.

Разработка базы данных предполагает, что правильная организация хранения и представления данных необходима для работы базы данных.

\*\*\*

1. Малыгина М.П. Базы данных основы, проектирование, использование/ М.П.Малыгина- 2-е изд., перераб.и доп.- СПб: Петербург, 2012 - 528 с.
2. Кузин А.В. Базы данных: Учеб.пособие для вузов/ А.В.Левонисова- 3-е изд.,стер. - М.: Академия, 2012 - 320 с.
3. Глушаков С.В. Базы данных: учебный курс/ С.В.Глушаков, Д.В.Ломотько- Ростов н/Д.: Феникс, 2014 - 504 с.

**Фортунова Н.А., Романенко Е.С.**

**Разработка информационного ресурса для реализации дистанционного обучения в рамках дополнительного образования**

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
(Россия, Елец)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-356

#### **Аннотация**

В работе рассмотрены вопросы, связанные с разработкой универсального информационного ресурса для реализации услуг дополнительного образования: спроектированы компоненты информационного ресурса, разработан пользовательский интерфейс редактирования параметров настройки информационного ресурса.

**Ключевые слова:** дистанционное образование, информационный ресурс, пользовательский интерфейс.

**Abstract**

The article deals with issues related to the development of a universal information resource for the implementation of additional education services: the components of the information resource are designed, the user interface for editing the settings of the information resource is developed..

**Keywords:** distance education, information resource, user interface.

За последние годы значительно вырос интерес к онлайн-образованию, но существует не так много информационных ресурсов, посвященных именно дополнительному онлайн-образованию детей школьного возраста. В связи с этим необходимо создание универсального информационного ресурса для реализации услуг дополнительного образования, которая нацелена исключительно на детей от 7 до 17 лет.

Проанализировав методы разработки информационно-образовательных платформ осуществлена разработка универсального информационного ресурса для реализации услуг дополнительного образования для детей и подростков. Были проанализированы современные информационные ресурсы, популярные языки программирования и фреймворки, которые используются в разработке веб-приложений, а также проанализированы основные потребности пользователя, разработаны требования, предъявляемые к информационному ресурсу.

На этапе проектирования информационного ресурса проведено концептуальное проектирование базы данных информационного ресурса, выделены основные информационные объекты и их атрибуты, спроектированы компоненты пользовательского интерфейса. На этапе разработки информационного ресурса описаны структура клиентской части информационного ресурса, компонентная структура веб-приложения, а также представлен разработанный пользовательский интерфейс информационного ресурса [1].

Для разработки универсального информационного ресурса был выбран React-фреймворк [2], представляющий собой JavaScript библиотеку [3], в основу которой заложен компонентный подход, позволяющий создавать инкапсулированные компоненты, которые разделяют дизайн пользовательского интерфейса на независимые друг от друга части, и позволяет использовать каждый такой блок отдельно. Клиент реализован на паттерне SPA (Single Page Application) с фреймворком React.JS. SPA – это веб-приложение, в котором в качестве оболочки для всех страниц используется только один HTML-документ. К преимуществам данного паттерна можно отнести высокое быстродействие, которое достигается за счёт того, что HTML, CSS (Cascading Style Sheets), JavaScript ресурсы загружаются только один раз.

Особенностью реализации SPA является модульная структура, которая позволяет упростить рефакторинг и тестирование приложения.

Для разработки выбраны следующие технологии: JavaScript, SPA, React, Redux, SASS, CSS, Firebase, Striple. Данные технологии позволяют быстро и просто развернуть информационный ресурс, сделать его легко масштабируемым, кроссплатформенным и высокопроизводительным.

Структура клиентской части информационного ресурса в IDE (Integrated Development Environment) Visual Studio представлена на рисунке 1.

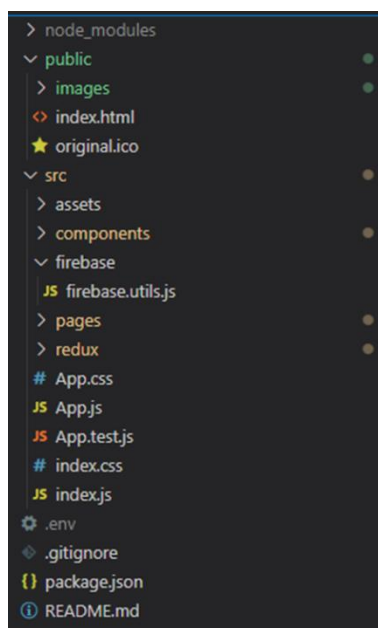


Рисунок 1. Структура клиентской части информационного ресурса.

Проект разделен на следующие каталоги:

- `node_modules` – каталог содержащий сторонние фреймворки и библиотеки, которые используются в разработке;
- `images` – каталог содержащий в себе изображения, которые используются в проекте.
- `src` – каталог, содержащий в себе другие подкаталоги;
- `assets` – каталог содержащий иконки в формате `svg`, которые используются в проекте;
- `components` – каталог содержащий компоненты написанные на `JSX`, которые будут использоваться на страницах;
- `firebase` – каталог содержащий функции написанные на `JS`, использующиеся для регистрации и авторизации пользователя;
- `pages` – каталог содержащий в основные страницы информационного ресурса;
- `redux` - каталог, который содержит в себе бизнес-логику проекта;

Информационный ресурс имеет компонентную структуру. Перечислим компоненты, на которые декомпозируется информационный ресурс:

- `Index.js`; `App.js`; `Router`; `Sing-in-and-sing-up`; `Sing-up`; `Form-input`; `Sing-in`; `Checkout`; `Checkout-item`; `Strile-button`; `Landing`; `Homepage`; `Directory`; `Menu-item`; `Collection-overview`; `Collection-preview`; `Collection-item`; `Header`; `Cart-dropdown`; `Cart-item`; `Custom-button-item`; `Cart-icon`.

Рассмотрим некоторые компоненты подробнее.

`Index.js`; `Index.js` – это первый исполняемый файл, который манипулирует элементом идентификатора `index.html` в `index.html`, что в свою очередь вызывает метод `ReactDOM.render` и заменяет данные контентом, возвращаемым в `App.js`.

`Index.js` содержит компонент `<Provider>`, который передает хранилище `Redux` в качестве произвольных данных – `props`. Это позволяет каждой компоненте приложения получить доступ к хранилищу `Redux`, если это необходимо.

Компонент `<PersistGate>`, который оборачивает компонент `<App>`, позволяет задержать отображение пользовательского интерфейса приложения до тех пор, пока постоянное состояние не будет получено и сохранено в хранилище.

На рисунке 2 представлен листинг файла `index.js`.

```

src > JS index.js
1  import React from 'react';
2  import ReactDOM from 'react-dom';
3  import { BrowserRouter } from 'react-router-dom';
4  import { Provider } from 'react-redux';
5  import { PersistGate } from 'redux-persist/integration/react';
6  import './index.css';
7  import App from './App';
8  import {store,persistor} from './redux/store';
9
10 ReactDOM.render(
11   <Provider store={store}>
12     <BrowserRouter>
13       <PersistGate persistor={persistor}>
14         <App />
15       </PersistGate>
16     </BrowserRouter>
17   </Provider>,
18   document.getElementById("root")
19 );

```

Рисунок 2. Листинг файла index.js.

Одним из основным требований к информационному ресурсу является требование удобство его использования. Навигация сайта должна быть интуитивно понятной. Главная страница информационного ресурса содержит: навигационную панель, содержащую логотип информационного ресурса, кнопку входа, а также кнопки с наименованиями разделов, которые позволяют совершить быстрый переход к нужному разделу.

Страница авторизации и регистрации представлена на рисунке 3.

Рисунок 3. Страница авторизации и регистрации.

Таким образом в процессе подготовки к проектированию и разработке проанализированы современные информационные ресурсы, реализующие услуги дополнительного образования, популярные языки программирования и фреймворки, которые используются в разработке веб-приложений, а также проанализированы основные потребности пользователя. На этапе проектирования информационного ресурса проведено концептуальное проектирование базы данных информационного ресурса, выделены основные информационные объекты и их атрибуты, спроектированы компоненты пользовательского интерфейса. На этапе разработки информационного ресурса описаны структура клиентской части информационного ресурса, компонентная структура веб-приложения, а также представлен разработанный пользовательский интерфейс информационного ресурса.

В результате полученный информационный ресурс получился легко масштабируемым и открытым для дальнейшего развития. Эти преимущества стали следствием выбора шаблона SPA и использованием React библиотеки.

\*\*\*

1. Дронов, В. HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. Разработка современных Webсайтов. / В. Дронов. – М.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2011. – 416 с.
2. Начало работы: [Электронный ресурс] // ru.reactjs.org: сайт. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/docs/getting-started.html> (дата обращения: 15.10.2022)
3. Маккоу, А. Веб-приложения на JavaScript / А. Маккоу. – М.: Изд-во «Питер», 2012. – 18 с.

**Хапаева Л.Х., Узденова Ф.И.**  
**Автоматизация бизнес-процессов адвокатской конторы**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия»  
(Россия, Черкесск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-357

**Аннотация**

В статье рассматривается деятельность адвокатуры как важнейший правовой институт любого государства, стоящий на защите основополагающих прав граждан. Уверенность каждого гражданина в своем благополучии во многом зависит от того, насколько она сильна и организована. Разработанная база данных позволяет получать информацию о текущих клиентах адвоката, о клиентах, ранее защищаемых им, сведения о гонорарах адвокатов и т.п. При проектировании базы данных был проведен анализ предметной области, разработана схема базы данных в СУБД MS ACCESS и разработан удобный интерфейс.

**Ключевые слова:** СУБД MS ACCESS, форма, запрос, отчет, автоматизация, информационная система, интерфейс, адвокатская контора.

**Abstract**

The article considers the activity of the bar as the most important legal institution of any state, standing on the protection of the fundamental rights of citizens. The confidence of every citizen in his well-being largely depends on how strong and organized it is. The developed database allows you to get information about current clients of a lawyer, about clients previously protected by him, information about lawyers' fees, etc. When designing the database, a domain analysis was carried out, a database schema was developed in the MS ASSESS DBMS and a user-friendly interface was developed.

**Keywords:** MS ASSESS DBMS, form, request, report, automation, information system, interface, law office.

Адвокатская контора защищает и представляет интересы клиента во всех случаях. В каждом конкретном случае адвокат проводит несколько юридических процедур, каждая из которых оплачивается. В результате дело было рассмотрено в суде и выиграно или проиграно клиентом (офисом). В этом случае создание базы данных будет более целесообразным.

Разрабатываемая информационная система должна обеспечивать автоматизацию следующих операций в выбранной предметной области: ведение учета клиентов (с возможностью просмотра, редактирования, удаления, добавления новых); ведение учета сотрудников (адвокатов — с возможностью просмотра, редактирования, удаления, добавления новых); ведение учета дел (с возможностью просмотра, редактирования, удаления, добавления новых); ведение учета действий по делу (с возможностью просмотра, редактирования, удаления, добавления новых); автоматизация отбора выполненных действий по каждому делу; автоматизация отбора адвокатов, занятых каждым из дел; автоматизация отбора дел по каждому клиенту; формирование счета по делу; подведение итогов деятельности по каждому из сотрудников (адвокатов); формирование списка дел за заданный период времени. Для разработки базы данных была выбрана среда MS Access.

Структура таблицы в MS Access разработана в режиме конструктора. На этом этапе именуется поля таблицы, устанавливается тип данных каждого поля и задаются ключевые поля (первичный ключ и внешние ключи). База данных «Адвокатская контора» состоит из пяти таблиц. После завершения создания таблиц, переходим к проектированию схемы данных.

Открываем раздел Сервис и создаем схему данных. В диалоговом окне добавления таблиц добавляем в схему все таблицы. Далее перейдем к запросам.

Запросы в Access являются основным инструментом выборки, обновления и обработки данных в таблицах базы данных. БД «Адвокатская контора» содержит 3 запроса.

Все запросы с параметрами можно использовать как отдельные элементы, но в этом случае информация, представленная в запросе будет неполной и непонятной.

Форма – это объект базы данных, который можно использовать для создания интерфейса пользователя для приложения базы данных, структурированное окно, которое можно представить так, чтобы оно повторяло форму бланка. Работа начинается с наиболее значимой формы базы данных – «Адвокатская контора», которая показана на рисунке 1. Она содержит следующие элементы управления: кнопки и гиперссылки. Форма содержит следующий набор кнопок: «Дела»; «Клиенты»; «Процедуры»; «Сотрудники»; «Услуги»; «Сотрудники по делу»; «Дела за период»; «Стоимость процедур»; «Итоги по сотрудникам» и «Выход».



Рисунок 1. Главная форма «Адвокатская контора».

Кнопка «Дела», показанная на рисунке 2, содержит форму с описанием интересующего дела.

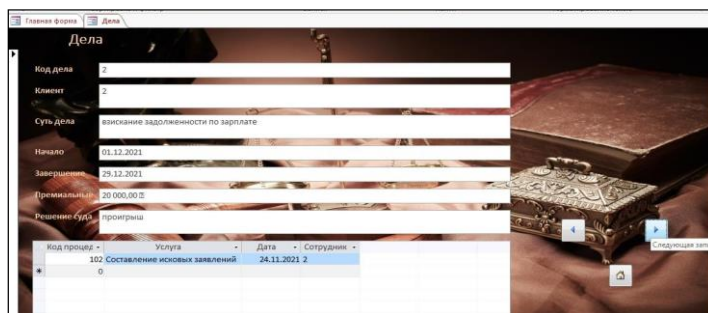


Рисунок 2. Кнопка «Дела».

Кнопка «Процедуры», показанная на рисунке 3, содержит форму с описанием процедур, их даты и сотрудников, занимающиеся ими.



Рисунок 3. Кнопка «Процедуры».

Кнопка «Сотрудники» показывает сотрудников и их данные по делам, показано на рисунке 4:

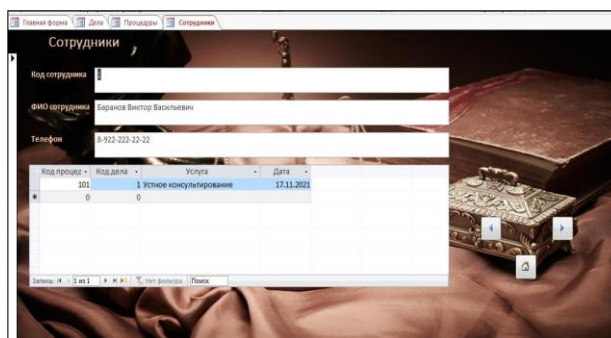


Рисунок 4. Кнопка «Сотрудники».

Кнопка «Клиенты» - форма, содержащая необходимую информацию о клиентах, показано на рисунке 5.

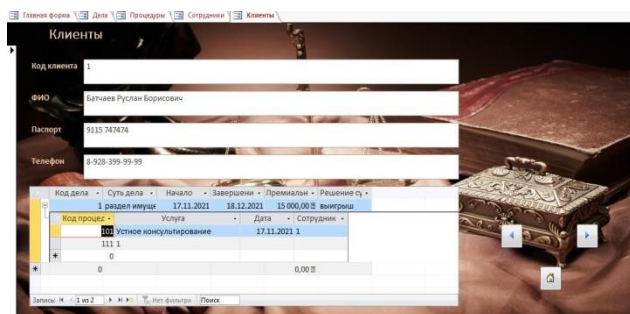


Рисунок 5. Кнопка «Клиенты».

Кнопка «Услуги» открывает форму, которая содержит информацию о представляющихся услугах, показано на рисунке 6.



Рисунок 6. Кнопка «Услуги».

Кнопка «Сотрудники по делу» - запускает запрос, показывающий сотрудников по определенным делам и услугам, показано на рисунке 7.

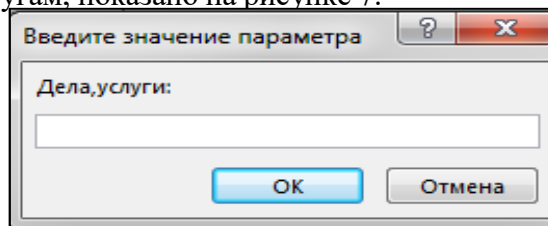


Рисунок 7. Действие кнопки «Сотрудники по делу».

Кнопка «Дела за период» - приводит в действие одноименный запрос, показано на рисунке 8.

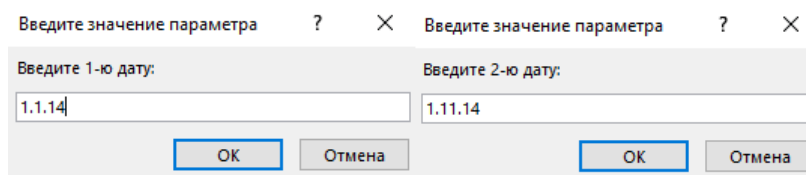


Рисунок 8. Действие кнопки «Дела за период».

Кнопка «Итоги по сотрудникам» - открывает отчет, показывающий всех работающих на данный момент времени работников. Отчет – это текстовый документ, который содержит необходимую выборку из базы данных. Основное назначение отчета - это представление информации по документам для последующей распечатки на бумажный носитель и включения его в папку дел в бумажном варианте.

В ходе моего исследования была разработана информационная система для адвокатской конторы. Основная проблема заключается в том, что подготовка пробных документов занимает много времени. Это значительно замедлило скорость рассмотрения дела. При создании базы данных, по сравнению с ручной обработкой, на обработку данных затрачивается меньше времени и используется меньше места для хранения информации, поскольку та же информация

занимает больше места в бумажном виде. Система автоматизации характеризуется скоростью, эффективностью обработки и понятным и удобным интерфейсом.

\*\*\*

1. Гвоздева, В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем / В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. - М.: Форум, Инфра-М, 2016. – 320 с.
2. Адвокатская деятельность и адвокатура в России в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / И. Л. Трунов [и др.]; под ред. И. Л. Трунова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 218 с.
3. Профессиональные навыки юриста : учебник для академического бакалавриата / Е. Н. Доброхотова [и др.]; под общ. ред. Е. Н. Доброхотовой. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 326 с.
5. Федорова, Г.Н. Информационные системы [Текст]: учеб. пособие для студ.сред. проф. образования/ Г.Н.Федорова.– М.: Академия, 2016.– 208с.

**Хапаева Л.Х., Узденова Ф.И.**

**Построение модели деятельности адвокатской конторы**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия»  
(Россия, Черкесск)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2022-358*

#### **Аннотация**

Престиж профессии адвоката увеличивается. Появляются множества адвокатских фирм, контор, делопроизводство которых нуждается в автоматизации, в связи с этим тема представляется актуальной. Построения моделей предметной области будет с использованием среды BPwin.

**Ключевые слова:** методология, проектирование, модель, BPwin, IDEF0, IDEF3, DFD, адвокатская деятельность, адвокатская контора.

#### **Abstract**

The prestige of the legal profession is increasing. There are many law firms, offices, the office work of which needs to be automated, in this regard, the topic seems to be relevant. The domain models will be built using the BPwin environment.

**Keywords:** methodology, design, model, BPwin, IDEF0, IDEF3, DFD, advocacy, law office.

Профессия адвоката, как правило, представляет собой созданное определенным образом объединение юристов-специалистов, основной функцией которого является оказание качественной юридической помощи всем, кто в ней нуждается.

В своей профессиональной деятельности адвокаты, имеют дело в первую очередь с правовыми нормами, именно их они исследуют и применяют при разрешении того или иного вопроса.

Престиж профессии адвоката увеличивается. Появляются множества адвокатских фирм, контор, делопроизводство которых нуждается в автоматизации, в связи с этим тема моего проекта представляется актуальной.

В процессе выполнения проекта будет использоваться такой программный продукт, как BPwin. BPwin – это мощная система для анализа деловой и производственной деятельности, с помощью которой можно точно отражать отношения денежных потоков бизнес-структур, рабочих процессов и интенсивных динамических потребностей.

На основе проведенного исследования, опишем предметную область с помощью методологий IDEF0, IDEF3, DFD.

IDEF0 - это метод функционального моделирования и графический символ, предназначенный для формализации и описания бизнес-процессов.

В процессе декомпозиции из предметной области можно выделить следующие процессы: регистрация клиента; выбор адвоката; заключение договора; представление клиента в суде; занесение информации о деле и приговоре.



Модель предметной области, описанная с помощью методологии IDEF0 представлена на рисунках 1,2.

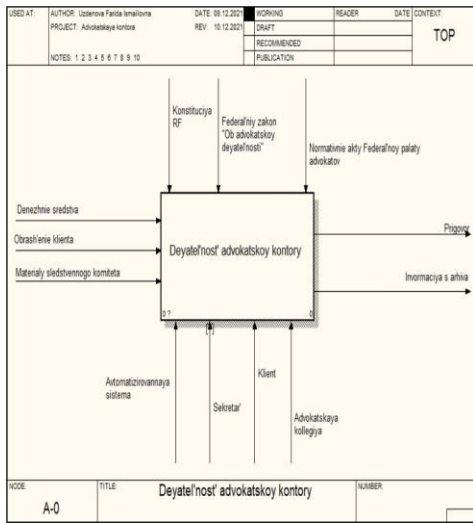


Рисунок 1. Контекстная диаграмма

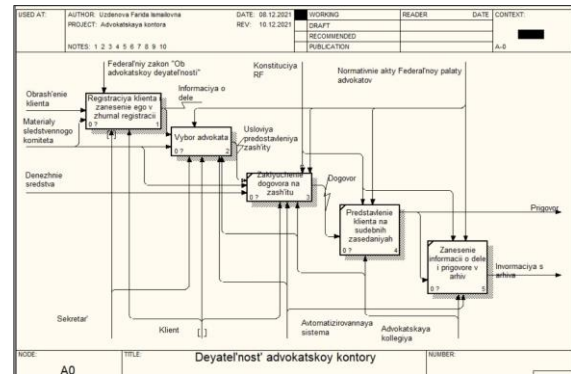


Рисунок 2. Диаграмма декомпозиции первого уровня

Рабочий процесс начинается с "Зарегистрировать клиента и ввести его в журнал регистрации", как показано на рисунке 3. Клиент заполняет все необходимые поля в заявке. После того, как приложение войдет в базу данных. Любой юрист сможет увидеть список всех новых приложений сразу после входа в систему и начать думать о них. При работе необходимо убедиться в правильности данных, для чего он использует контактную информацию для связи с клиентами. После рассмотрения заявки клиент знакомится со всеми необходимыми требованиями и процессом подтверждения. Если клиента все устраивает, то работа адвоката будет принята.

Стандарт IDEF0 не подходит для описания сроков и алгоритма выполнения работ. Чтобы решить эту проблему, стандарт IDEF0 был доработан, и в результате был разработан стандарт IDEF3, который является частью серии стандартов IDEF.

Стандарт IDEF3 предназначен для описания бизнес-процессов более низкого уровня и содержит объектно-логические операторы, которые используются для отображения альтернатив и позиций принятия решений в бизнес-процессах, и объекты со стрелками, которые используются для отображения модели предметной области, описанной методом IDEF3, при работе в бизнес-процессах, как показано на рисунке 4.

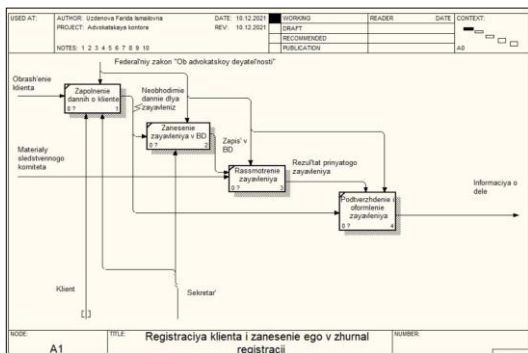


Рисунок 3. Диаграмма декомпозиции процесса «Регистрация клиента и занесение его в журнал регистрации»

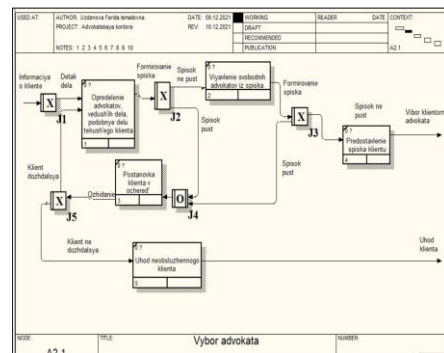


Рисунок 4. Диаграмма декомпозиции процесса «Выбор адвоката»

В ходе выполнения проекта были спроектированы модели деятельности адвокатской конторы. Основная проблема заключается в том, что подготовка пробных документов занимает много времени. Это значительно замедлило скорость рассмотрения дела. При создании базы данных в последующем на основании контекстной диаграммы и декомпозиций, по сравнению с ручной обработкой, на обработку данных будет затрачиваться меньше времени и

использоваться меньше места для хранения информации, поскольку та же информация занимает больше места в бумажном виде. Система автоматизации характеризуется скоростью, эффективностью обработки и понятным и удобным интерфейсом. Основой системы послужила реализованная контекстная модель в среде Win.

\*\*\*

1. Гвоздева, В. А. Основы построения автоматизированных информационных систем / В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. - М.: Форум, Инфра-М, 2016. – 320 с.
2. Емельянов, С.В. Информационные технологии и вычислительные системы: Вычислительные системы. математическое моделирование. прикладные аспекты информатики / С.В. Емельянов. - М.: Ленанд, 2016. - 96
3. Адвокатская деятельность и адвокатура в России в 2 ч. Часть 2: учебник для академического бакалавриата / И. Л. Трунов [и др.]; под ред. И. Л. Трунова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 218 с.
4. Информационные технологии. Разработка информационных моделей и систем: учебное пособие для вузов / А. В. Затонский. - М.: РИОР; ИНФРА-М, 2017. - 343 с.

**Хапаева Л.Х., Хачирова Ф.**

**Автоматизация процесса учета заказов в кафе**

*Северо-Кавказская государственная академия  
(Россия, Черкесск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-359

#### **Аннотация**

В современном мире массово развиваются компьютерные технологии, тем самым появляется возможность автоматизировать процессы, обрабатывать большой объем информации. На сегодняшний день существует множество программ для автоматизации учета заказов в организациях общественного питания. Именно поэтому создается система для того, чтобы сотрудникам кафе было удобно справиться с объемной информацией, необходимы, естественно, соответствующие программы для автоматизации учета.

**Ключевые слова:** информационная система, система, автоматизация, проектирование, разработка, базы данных, кафе.

#### **Abstract**

In the modern world, computer technologies are massively developing, thereby making it possible to automate processes and process a large amount of information. To date, there are many programs for automating the accounting of orders in catering organizations. That is why a system is being created to make it convenient for cafe employees to cope with voluminous information; naturally, appropriate programs are needed to automate accounting.

**Keywords:** information system, system, automation, design, development, databases, cafe.

Проектирование и разработка информационной системы для объектов общественного питания, таких как кафетерии, требует высокого уровня опыта и профессионализма. Разработка информационной системы осуществляется в два этапа - разработка проекта и технической документации. Проектирование является промежуточным этапом между научными исследованиями и их внедрением. Сегодня, проектирование информационной системы для предприятий общественного питания является исходным этапом становления производства, от качества разработки информационной системы зависит эффективность производственно-торговой деятельности предприятия.

Много информации организации хранят в вычислительных машинах, таким образом, создание информационной системы для каждого предприятия очень нужно. Без сомнения, целью каждого предприятия является – получение прибыли. Ни одно предприятие не может существовать без материальных запасов. Необходимо понимать, что только хорошо развитое предприятие может успешно справиться с современными темпами развития рынка и количеством конкурентов, имеющих на нем. Внедрение информационных систем является отличным инструментом для успешной организации деятельности любого предприятия[2].

Актуальность данной темы состоит в том, что общественное питание относится к числу перспективных и быстро развивающихся секторов экономики России. Оборот рынка услуг общественного питания быстро возрастает и в основном имеет позитивную оценку. В то же время динамика развития рыночных отношений, все более усиливающаяся нестабильность среды функционирования предприятий, выдвигают ряд новых требований к управлению, выдвигая на первый план проблемы повышения их эффективности. Информационная система кафе естественно упростит работу сотрудников кафе, а также предоставит возможность получения необходимой информации гостям об интересующих блюдах из меню и их стоимости, позволит увеличить скорость обработки заказов.

Объектом данной темы выступает деятельность кафе. Предметом - является процесс учета заказа. Данная работа будет простым примером того, что объединение сферы информационных технологий и сферы обслуживания, будет упрощением создания некоторой информации о работе кафе и даст возможность быстрого поиска по определённым критериям, что станет одним из этапов развития кафе. Например, такая информация, как ведение клиентов, возможны только с помощью вычислительной машины, так как бумажное ведение будет не эффективным по причине высокого объёма изменяемой информации и затруднительным поиском по клиентам, такая же ситуация затрагивает и возможность бронирования столиков, ведь в любой момент клиент может перенести бронирование. Конечно, многое зависит от посещаемости кафе, однако отсутствие таких разработок сильно усложняют работу с информацией.

Подобный вид бизнеса является такой сферой услуг, где совершенно необходимо применение новых технологий. Учитывая ускоренный темп современной жизни, когда каждая секунда на счету, многие люди остаются недовольны качеством оказываемых им в кафе услуг, а порой и не оказываемых, если в кафе нет свободных мест. В борьбе с этими проблемами могут помочь информационные технологии [2].

В бизнесе очень важно – уметь грамотно им управлять. Автоматизированная информационная система предоставляет такую возможность. По сути, это место, где у вас собрана вся информация о вашей компании, о ее ресурсах, бизнес-процессах, клиентах, сотрудниках, поставщиках, ситуации на предприятии[2]. Благодаря своим функциям и настраиваемым параметрам системы, программы для автоматизации можно подстроить под любое заведение, отталкиваясь от индивидуальных нужд и потребностей.

Средой реализации данной информационной системы являются среда VРwin и СУБД Microsoft Access. Среда VРwin является достаточно развитым средством моделирования, позволяющим проводить анализ, документирование и улучшение бизнес процессов.

Контекстная диаграмма представляет собой схему работы оформления заказов в кафе. Входными данными является информация о заказе, о меню и об ингредиентах. Управляющее воздействие на процесс оказывают стандарты и правила. Механизмами управления являются официант, кассир, кухня. Результатом функционирования являются выполненный заказ и квитанция об оплате.

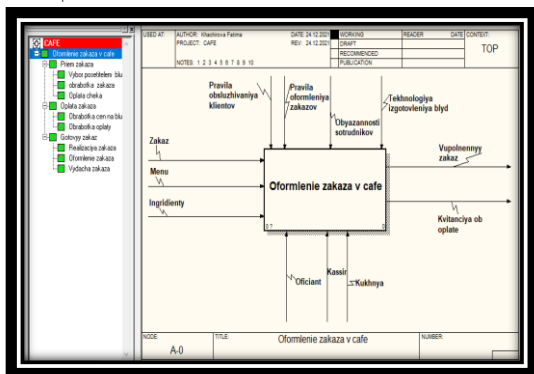


Рисунок 1. Контекстная диаграмма «Оформление заказа в кафе».

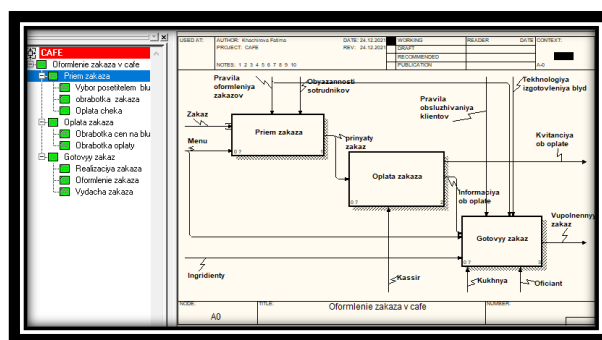


Рисунок 2. Диаграмма декомпозиции IDEF0 «Оформление заказа в кафе»

На рисунке 2 представлена диаграмма реализации приема заказа в кафе. На ней представлены следующие процессы: Прием заказа, оплата заказа, готовый заказ. Создана диаграмма «Прием заказа». На ней представлено три процесса с помощью которых можно понять как в кафе формируется прием заказов Аналогично были созданы диаграммы декомпозиции IDEF0 для «Оплата заказа» и «Готовый Заказ».

Для функционирования информационной системы для кафе необходимо наличие базы данных. Исходя из предыдущих данных, мы будем строить необходимые таблицы, формы, отчеты и запросы – они же являются основными средствами базы данных.

Создаем схему данных, открываем раздел Сервис, появится диалоговое окно, там нужно будет добавить таблицы которые у нас есть: блюда, заказано, залы, ингредиенты, категории, столы, сотрудники, заказы.

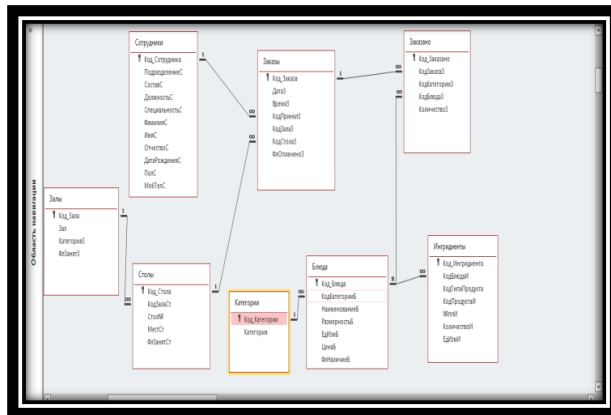


Рисунок 3. Схема данных базы данных «Кафе».

Для данной предметной области была разработана база данных, в которой можно хранить информацию о блюдах, сотрудниках, залах, заказах. Разработка реализовывалась построением концептуальной модели базы данных и созданием на ее основе реляционной модели.

В современном мире каждое предприятие имеет в своем подразделении информационную систему, которая дает возможность управлять процессом производства, а вместе с тем увеличить и прибыль. Так, информационная система «Кафе», рассматриваемая в данном исследовании, допускает увеличение скорости обработки заказов.

\*\*\*

1. Базы данных: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»/составители Т.Ж. Базаржапова, О.А. Гармаева, А.Ю. Хаптахаев.-Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия, 2022.-84 с.
2. Долженко А.И. Управление информационными системами: учебное пособие/Долженко А.И.. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 180 с.
3. Маркин, А. В. СУБД «Ред База Данных». Основы SQL: учебное пособие / А. В. Маркин. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 460 с.

**Эркенова М.У., Алиева З.Х., Шаманова А.Н.**  
**Бизнес-технологии электронной коммерции**

*ФГОБОУ ВО «Северо-Кавказская Государственная академия»  
 (Россия, Черкесск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-360

**Аннотация**

В данной статье рассмотрим, использование интернет -ресурса не только как источника информации, но и местом, где можно приобрести качественный товар по более доступной цене. Практически каждый день появляются новые интернет-ресурсы, у которых свои цели и задачи. На самом деле, создание интернет-магазина сложная и трудоемкая

работа, которая требует, как финансовых вложений, так и затрат большего количества времени.

**Ключевые слова:** интернет-ресурс, электронная коммерция, скрипты, web-сайты, CMS.

### **Abstract**

Nowadays, the Internet is not only a source of information, but also a place where you can buy high-quality goods at a more affordable price. Almost every day there are new Internet resources that have their own goals and objectives. In fact, creating an online store is a complex and time-consuming job that requires both financial investments and spending more time.

**Keywords:** internet resources, e-commerce, scripts, websites, CMS.

На первый взгляд, особенно для неопытных людей простой информационный сайт практически ничем не отличается от площадки, которая занимается продажей в интернете. Тем не менее, сам магазин состоит из большого количества скриптов и дополнительных модулей, которые позволяют работать с товарами, ценами и всем, что касается магазина. Естественно всё это влияет на стоимость сайта при разработке, с чем нужно ознакомиться заранее.

Учитывая процесс трансформации и увеличения объема рынка онлайн-коммерции можно говорить о том, что разработка интернет-магазинов для компаний является актуальной и востребованной сферой деятельности.

Интернет-торговля развивается быстрыми темпами, большое число предпринимателей, занимающихся торговлей, ринулись в сеть, чтобы увеличить количество продаж и получить преимущества, которые дает электронная коммерция. Покупатели тоже стали намного более активно покупать товары через Интернет, поскольку это достаточно удобно и эффективно. Конечно же, на этой волне подъема электронной-торговли можно создать интернет-магазин, который способен добиться большого успеха. Чтобы начать создание полноценного интернет-магазина предприниматель должен иметь:

- много времени, которое придется тратить не только на создание, но и администрирование магазина в дальнейшем;
- определенные знания в сфере веб-технологий;
- начальный капитал, размер которого зависит от масштаба вашего бизнеса;
- знания в сфере интернет-маркетинга.

Важно к каждому из этих пунктов отнестись максимально серьезно, поскольку все они крайне важны не только для создания онлайн-магазина, но и для достижения успеха в этом бизнесе.

Чтобы создать интернет-магазин, необходимо уделить внимание перечисленным ниже моментам.

1. Необходимо определиться с ассортиментом товаров, которые будут представлены в вашем будущем магазине. При этом, естественно нужно продумать откуда будем их брать, кто будет поставщиками.
2. Необходимо выбрать доменное имя и название магазина. Здесь желательно исходить из ассортимента и направленности магазина, чтобы людям было проще его запоминать. Легче раскручивать магазин, по доменному имени которого можно понять примерный ассортимент товаров.
3. Следует наладить качественную обратную связь с клиентами, которая имеет колоссальную важность, так как здесь речь идет о деньгах и личных данных.
4. Нужно сделать возможным оплату товаров в магазине разными способами. Надо понимать, что кому-то проще отдать деньги курьеру при доставке, другой захочет оплатить товар с карты, а третий использует электронный кошелек.
5. Заключение договора с курьерской службой, чтобы доставка товаров могла осуществляться в минимальные сроки, что очень важно для повышения уровня лояльности покупателей.

Таким образом, чтобы открыть собственный интернет-магазин, надо приложить для этого определенные усилия и проявить упорство.

Сегодня существует очень много разнообразных компаний, а также частных лиц, которые предоставляют такие услуги, как разработка интернет-магазина. Для тех, кто не занимается созданием сайтов самостоятельно, обязательно понадобится помощь квалифицированных специалистов. Прежде чем создать интернет-магазин, нужно понять каким именно должен быть будущий сайт. Существуют разные виды товаров, где потребуются дополнительные функции, которые могут не входить в стандартный пакет предложений разработчиком. Необходимо понимать, как именно работает интернет-магазин, относительно загрузки товаров, контроля цен и многого другого. Изначально, сложно определить необходимые функции, что в большинстве случаев выплывает в процессе эксплуатации. После этого приходится связываться с разработчиками, с целью расширить функционал, что также повлечет дополнительные, а возможно непредвиденные затраты.

Выбор CMS, хостинга и доменного имени тоже очень важный вопрос, так как он может повлиять на дальнейшее продвижение сайта. На некоторые CMS, можно найти прекрасный платный шаблон в интернете, после чего его установить на сайт. В общем все нюансы нужно продумать заранее, чтобы работа была проделана как можно эффективнее. Хостинг должен соответствовать сайту, чтобы большое количество посетителей, не стало причиной его подписания. Желательно придумать и купить доменное имя заранее, причем оно должно быть только уникальным и соответствовать названию вашего сайта. Большинство популярных доменов выкуплены перекупщиками, что усложняет поиск самого подходящего.

Создание сайта это всего лишь половина работы, которая может обеспечить удачный бизнес. Далее настает время для создания категорий и загрузки товаров. Данная работа забирает очень много времени, не говоря уже о том, что желательно размещать уникальный контент, с нужными ключевыми словами. В зависимости от количества товаров, эту работу, также можно заказать, но не стоит рассчитывать, что она будет гораздо дешевле нежели сам сайт. Продвижение сайта забирает очень много времени, а также сопровождается большими затратами. Поэтому можно начать с рекламы в поисковой системе, которая обеспечит посетителей и в свою очередь продажи. Тем не менее, рассчитывать только на рекламу не стоит, ведь так или иначе, но продвижение сайта обеспечит гораздо лучший результат. В общем, каждый выбирает свою стратегию бизнеса, поэтому как действовать решать только разработчику.

Пандемия COVID-19 быстро ускорила развитие онлайн-бизнеса в России. Согласно исследованию, проведенному агентством Catchers, в начале 2020 года было подсчитано, что почти 60% интернет пользователей делают покупки в Интернете не реже одного раза в месяц. Всего через несколько недель после начала самоизоляции каждый третий респондент признался, что гораздо чаще пользуется услугами интернет-магазинов. Увеличилось как количество потребителей, решивших делать покупки в Интернете, так и количество магазинов, в которых раньше были только стационарные точки. Согласно данным Google Trends за март 2020 года, каждый второй пользователь заходил в интернет-магазин с помощью поисковой системы - щелкая по контекстной рекламе, отображаемой на веб-сайте, после ввода определенной фразы. Что это значит для брендов? В связи с ускоренным развитием цифровых технологий продавцы должны обеспечивать уникальный контент, адаптированный к потребностям получателей, чтобы охватить две наиболее важные сферы - потенциальных потребителей и алгоритмы Google.

Таким образом, можно сделать вывод, что 2020 год ускорил неизбежное - он в значительной степени оцифровал торговлю и ограничил продажи стационарных товаров.

\*\*\*

1. Тальянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес - процессов/ Тальянов Г.Н. М.: Финансы и статистика. 2017. - 341 с.
2. Кудряшев, А.В., Светашков, П.А.. Введение в современные вебтехнологии - М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2022, <http://www.iprbookshop.ru/16699.html>.
3. Крис, М. Введение в HTML5 [Электронный ресурс] - М.: ИнтернетУниверситет Информационных Технологий (ИНТУИТ), ЭБС «IPRbooks», 2021, 100 с. <http://www.iprbookshop.ru/16691>.

Эркенова М.У., Мамчуев А.К.  
Сравнительная характеристика программных средств для построения интернет-магазина

ФГОБОУ ВО «Северо-Кавказская Государственная академия»  
(Россия, Черкесск)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-361

#### Аннотация

Актуальность данной темы заключается в том, что развитие рынка программных средств - яркое свидетельство уровня развития экономики государства в целом. В рассматриваемой статье попытаемся рассмотреть сравнительную характеристику программных средств для построения интернет-магазина. Рассмотрим с помощью, каких программных средств создаются web-сайты интернет магазина.

**Ключевые слова:** web-сайт, интернет, интернет-магазин, программирование, бизнес-проект.

#### Abstract

The relevance of this topic lies in the fact that the development of the software market is a vivid evidence of the level of development of the economy of the state as a whole. In this article we will try to consider the comparative characteristics of software tools for building an online store. Let's consider with the help of which software tools the websites of an online store are created.

**Keywords:** website, Internet, online store, programming, business project.

В настоящее время перед web-разработчиком ставится множество различных задач – от создания интерактивных развлекательных сайтов до серьезных бизнес проектов, требующих повышенной надежности и безопасности от несанкционированного доступа. Для их реализации требуются правильно подобранные инструменты – языки программирования, фреймворки или, становящиеся все более актуальными, системы управления контентом (CMS – Content Management System).

На данный момент существует множество языков программирования. Превосходство каждого из них может проявляться только в контексте какой-либо задачи. Выбор языка или фреймворка определяется тем, какими знаниями обладают программисты, готовые реализовать данный проект. Следует разграничивать такие понятия, как язык программирования и фреймворк.

Все языки web-программирования можно классифицировать на клиентские и серверные. Как следует из названия, клиентские языки используются для написания программ, выполняемых на стороне клиента (web-браузер), а серверные – для программ, выполняемых на сервере. Это разделение графически продемонстрировано на рисунке 1.

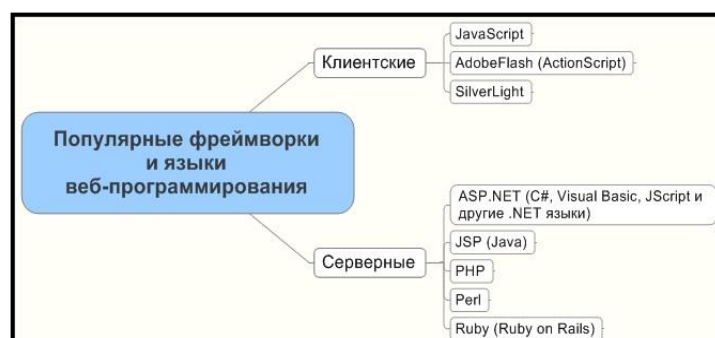


Рисунок 1. Популярные фреймворки и языки веб-программирования.

Среди клиентских языков web-программирования надо выделить JavaScript, который, также как и HTML, лежит в основе многих web-технологий (например, в основе популярной в

последнее время технологии AJAX) и умение программировать на нем относится к базовым знаниям web-разработчика.

Другие популярные клиентские языки, а точнее фреймворки – это Adobe Flash (язык ActionScript) и SilverLight (любые .NET языки). Основное применение технологии Adobe Flash/

Серверные языки web-программирования могут быть условно разделены по операционной системе, под управлением которой они работают: Windows и Unix-подобными системами (\*nix). Если говорить про ОС Windows, то тут монопольную позицию занимает технология ASP.NET, разработанная компанией Microsoft. С помощью ASP.NET можно создавать сайты любого уровня сложности – от самых простых, состоящих их нескольких страниц, до очень сложных, обрабатывающих миллионы запросов в день (сайты Microsoft, написанные на ASP.NET, являются одними из самых посещаемых в Интернет). Благодаря технологии .NET, разработка возможна на большом количестве языков программирования (C++, Java, Python и т.д.). Технология ASP.NET привлекательна для тех, кто неплохо разбирается в ОС Windows, но незнаком с Unix-подобными системами. Основной недостаток – меньшее, по сравнению с \*nix, количество дешевых хостингов или необходимость покупки серверной лицензии, в случае с выделенным хостингом.

Самым популярным языком web-программирования является, безусловно, PHP – скриптовый язык программирования общего назначения, интенсивно применяемый для разработки web-приложений. Его основными преимуществами являются: бесплатность, простой синтаксис, высокое быстродействие и большое сообщество разработчиков [2].

JSP (Java Server Pages) – это часть технологии J2EE, предназначенная для создания сайтов с помощью языка Java. JSP имеет очень много общего с ASP.NET и выбор между этими двумя технологиями чаще всего основывается на субъективных предпочтениях, а не на каких-либо преимуществах или недостатках этих платформ.

Отдельного внимания заслуживает технология Model-view-controller (MVC, «Модель-представление-поведение», «Модель-представление-контроллер») – схема использования нескольких шаблонов проектирования, с помощью которых модель данных приложения, пользовательский интерфейс и взаимодействие с пользователем разделены на три отдельных компонента так, что модификация одного из компонентов оказывает минимальное воздействие на остальные. На рисунке 2 приведено графическое изображение данной концепции. Сплошными линиями показаны прямые связи (вызовы методов, присвоение значений полей), прерывистыми линиями показаны косвенные связи (сообщения через события).

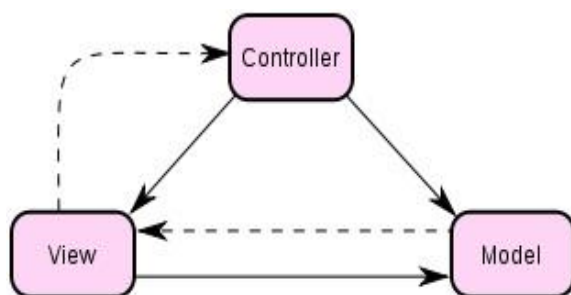


Рисунок 2. Концепция Model-View-Controller.

Основная цель применения этой концепции состоит в разделении бизнес-логики (модели) от ее визуализации (представления, вида). За счет такого разделения повышается возможность повторного использования.

В частности, выполняются следующие задачи:

- к одной модели можно присоединить несколько видов, при этом не затрагивая реализацию модели;
- не затрагивая реализацию видов, можно изменить реакции на действия пользователя (нажатие мышью на кнопке, ввод данных), для этого достаточно использовать другой контроллер.



Рассмотрим типовой вариант создания web-сайта для создания интернет-магазина, который состоит из следующих функциональных частей:

- каталог товаров;
- поисковая система;
- пользовательская корзина;
- регистрационная форма;
- форма отправки заказа.[1]

**Каталог товаров.** Каталог представляет собой сложную и многоуровневую структуру данных, которая должна простым и понятным способом производить упорядочивание товаров. Проще всего такой каталог представить в виде дерева объектов, верхний уровень которого состоит из списка разделов. Разделы могут содержать подразделы или ссылки на конкретный товар и т.д. Такое упорядочивание просто необходимо для удобного и быстрого поиска и заказа товаров.

**Поисковая система.** Поисковая система является обязательным элементом динамического каталога и реализуется на стороне сервера. Каталог обеспечивает упорядочивание и группировку данных, поисковая система дает пользователю возможность быстрого поиска информации, что особенно важно в том случае, когда каталог представляет собой достаточно разветвленную структуру данных с большим количеством разделов, подразделов и товаров, пользователь плохо представляет в каком разделе может находиться интересующий его товар и есть ли он в каталоге вообще.

Поисковая система в некоторых случаях позволяет значительно сократить количество переходов между страницами каталога для доступа к интересующей информации.

**Пользовательская корзина.** Пользовательская корзина представляет собой некоторый массив данных, который служит для хранения заказанного пользователем товара.

**Регистрационная форма.** Служит для ввода персональных данных пользователей. В дальнейшем эта информация используется для их идентификации между сеансами работы с интернет-магазином. Данная информация может храниться как на стороне сервера, так и на стороне клиента.

**Форма отправки заказа.** Форма отправки заказа служит для ввода контактной информации заказчика и отправки ее и заказа на электронный ящик организации.

Программного обеспечения для построения web-сайтов сейчас огромное множество. В статье мы рассказали лишь о самых востребованных и удобных программах.

\*\*\*

1. Грачев А. С. Создаем свой сайт на WordPress : работа с CMS WordPress : учебник / А. С. Грачев. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018. - 272 с.
2. Дакетт Д. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов : учебник / Д. Дакетт. - М.: Эксмо, 2022. - 480 с.

## РАЗДЕЛ XX. ТРАНСПОРТ

Еркин А. Д., Исаева С. М.

Влияние железнодорожной системы на загрязнение воды

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-362

### Аннотация

Статья посвящена проблемам загрязнению воды. В частности рассмотрены случаи загрязнения воды системой железной дороги. Представлены основные способы загрязнения системой железной дороги различных типов вод, а также их очистки.

**Ключевые слова:** загрязнение воды, железная дорога, производство, выбросы, очистка.

### Abstract

This article dwells upon water pollution problems. The authors review in particular the issue of water contamination by railway system. Basic types of different types of water pollution by railway system are presented in the article.

**Keywords:** water pollution, railway, production, waste, clarification of water.

Вода — самая необычная и самая популярная жидкость из всех, существующих на Земле. Учёные на протяжении многих лет так и не могут раскрыть главную её загадку. Каждый человек знает, что без воды жизнь невозможна. Вода участвует в формировании климата, для многих живых организмов является средой обитания. Её важность сложно недооценить. Не случайно, нашу планету называют голубой, именно вода покрывает 71 % поверхности земного шара. Еще в давние времена бедуины, которые постоянно кочевали в песках, утверждали, что: «Нет ничего дороже воды!» Учёные доказали, что человек может прожить без воды лишь 3 дня, а если поместить их в такую среду обитания как пустыня, например, представьте, что может произойти. Без воздуха человек может прожить несколько секунд, без еды – несколько месяцев, без воды – максимум несколько суток. Снижение содержания воды в организме всего лишь на 2% может вызвать сильную слабость. При нехватке 8% уже может возникнуть серьезное недомогание, а при 12% – смерть.

Каждая клетка живого организма состоит из жидкости и нуждается в регулярном пополнении. Без воды не проживут ни люди, ни растения, ни животные.

Вода формирует климат, участвует в круговороте воды в природе, для многих живых организмов является средой обитания.

Животным и растениям нужна вода. Они пьют её и напитываются влагой. Вода – главная составляющая любого организма. Благодаря воде происходит транспорт всех веществ по организму и выводятся вредные вещества.

Молодые животные плохо переносят недостаток воды. Для правильного развития и роста организма им нужно больше воды, чем взрослым животным. При недостатке воды уменьшается активность в организме. Животное может начать меньше употреблять пищи, что сказывается на процессе роста.

В повседневной жизни вода является самым простым и удобным ресурсом для приготовления пищи и гигиены. Уборка дома, стирка одежды, полив сада вода фигурирует в любом случае. Мы настолько привыкли к воде, что когда ее отключают мы чувствуем себя пещерными людьми. Между тем, этот ресурс не всегда был и не всегда будет так легко доступен. В древние времена поселения с пресными водоёмами считались «элитными», а в наш век дефицит воды уже испытывают такие крупные страны, как Индия и многие страны Африки. Там молодые девушки часами идут до источника, чтобы набрать немного воды.

Несут её на своих хрупких плечах до дома, чтобы напоить детей, которые даже не знают, что где-то далеко за границами их страны, люди забыли ценность воды и льют её «почём зря». И жители Африки и жители России одинаково нуждаются в любом виде воды. Также одинаково, как состоят из неё. Мы, на ощуп достаточно твердые вещества, но носим в себе 70% воды. Любая клетка в нашем организме содержит в своем составе воду. Даже основа нашего тела – скелет (кости), на 50% состоит из воды и только на 22% из минеральных веществ, придающих прочную структуру.

Загрязнение воды - самая важная проблема, ставящая мир на грань гибели. Вода - лучший растворитель, позволяющий большинству загрязняющих веществ легко растворяться в воде и загрязнять ее. В первую очередь страдает растительность, для которых вода является средой обитания. Во вторую – люди, которыми прямо или опосредованно контактируют с зараженными источниками воды.

Вода загрязнена как природной, так и антропогенной деятельностью. Известно, что извержения вулканов, землетрясения, цунами и т.п. изменяют и загрязняют ее, также влияя на экосистемы, которые находятся под водой.

Загрязнители поступают из точечных или рассредоточенных источников. Точечным источником является труба или канал, например, используемые для сброса с промышленного объекта или городской канализации.

Воздействие железнодорожных перевозок на окружающую среду включает выбросы вредных веществ в атмосферу, внешний шум от железнодорожных объектов, а также загрязнение почвы и воды.

Железнодорожный транспорт с его огромными объемами перевозок сегодня обладает мощным производственным потенциалом и является одним из крупнейших потребителей энергоресурсов. Ежегодно на тягу поездов и прочие производственные и непроизводственные нужды расходуется около 10 млрд.кВт.ч электроэнергии и более 33 млн.т условного топлива. Сжигание топлива осуществляется подвижным составом и стационарными установками. При этом основная статья расходов составляет затраты на тягу поездов. Тепловозы, как известно, имеют дизельные двигатели. Эти двигатели выбрасывают в атмосферу токсичные газы, состоящие из оксида углерода (до 10%), оксида азота (до 0,8%) и углеводородов (до 3%). Наибольшей токсичностью обладают продукты сгорания карбюраторных двигателей. В этих продуктах, кроме перечисленных ингредиентов содержится еще свинец и незначительное количество диоксинов.

"Стационарная теплоэнергетика депо, ремонтных заводов и службы гражданских сооружений расходует до 49% от общего расхода топлива МПС. Однако эти службы находятся в неудовлетворительном состоянии, маломощные, с КПД на 15-20% ниже современных котлов" [7]. Все это обуславливает повышенные выбросы вредных веществ в атмосферу таких, как оксид углерода, альдегиды, несгоревшие углеводороды, сажа, оксиды азота и серы. Происходит также тепловое загрязнение окружающей среды из-за повышенной температуры дымовых газов на выходе котлов с малым КПД.

Объектами санитарной охраны почвы являются балластный слой железнодорожного полотна, территория станций, промышленных объектов и железнодорожных поселков. Строительство и эксплуатация железной дороги приведет к изменению почвы и нарушению существующего баланса природной среды. Кроме того, почва постоянно загрязнена различными веществами, содержание которых значительно превышает действующую ПДК.

Для начала скажем пару слов о том, как сама вода влияет на систему железных дорог. Ливневые и грунтовые воды оказывают негативное влияние на различные объекты человеческого обеспечения, не исключением являются и железнодорожные пути. Чтобы защитить их от разрушителя, необходимо использовать эффективные системы водоотведения. Чем опасна излишняя влага для ж/д путей? Какие средства помогут своевременно ликвидировать излишние накопления воды возле подобных объектов. Ливневая и талая вода – главный враг железной дороги Ж/д пути ежегодно подвергаются

водным испытаниям. Особенно явственно проблема выражается в период дождей и весенних паводков.

Опасность подобных явлений заключается в следующих аспектах:



Рисунок 1. Влияние воды на систему железных дорог.

Одна из важных проблем в транспорте - топливо. Топливо - основа промышленности, с/х, транспорта. Без топлива не было бы современного мира.

Охрана окружающей среды и задачи восстановления природных ресурсов должны предусматривать:

- стратегию борьбы с паразитами, знания агрономики и её приёмы.
- современность технологий и добычи полезных ископаемых;
- правильное восстановление земли после добычи полезных ископаемых;
- экономически выгодное использование сырья в производстве;
- тщательную очистку отходов на производстве ;
- вторичное использование материалов после выхода изделий из употребления;
- замкнутые циклы производства (разработку и применение);
- применение энергосберегающих технологий;
- разработку и использование новых экологически чистых источников энергии.

На предприятиях железнодорожного транспорта выполняются различные технологические процессы мойки оборудования, подвижного состава и его узлов в процессе эксплуатации и ремонта, в которых используется вода. При этом в нее попадают в больших количествах нефтепродукты, кислоты, щелочи, моющие вещества, антисептики, фенолы, соли тяжелых металлов и много других веществ органического и неорганического происхождения, включая удобрения и ядохимикаты. Очистка таких стоков очень сложна.

Предприятия ж/д транспорта расходуют воду от 200 до 4000 м<sup>3</sup>/сутки.

Рассмотрим основные предприятия ж/д транспорта, которые используют воду. Депо занимают территории, площадью около 5-6 га. Все подразделения локомотивного и вагонного хозяйств обеспечивают подготовку к работе тягового подвижного состава, вагонов, их техническое обслуживание и ремонт. При работе депо часто расходуется вода, что приводит к ее загрязнению. Производственные сточные воды в локомотивных и вагонных депо образуются при полной очистке наружных и внутренних поверхностей вагонов, очистке узлов и деталей перед ремонтом, очистке и заправке аккумуляторов, регенерации фильтров, продувке и промывке паровых котлов, очистке смотровых канав и чистке спецодежды, Сточные воды, поступающие в канализацию, содержат большое

количество различных загрязнений. По происхождению загрязнения подразделяются на: минеральные, органические, бактериальные (биологические).

**Заводы, вагонные и локомотивные депо.** Все подразделения локомотивного и вагонного депо хозяйства обязаны проводить полное техническое обслуживание и ремонт по мере необходимости. В большинстве операций используется вода и образуются загрязненные сточные воды. "Производственные сточные воды депо образуются в процессе наружной обмывки подвижного состава, при промывке узлов и деталей перед ремонтом, в гальванических цехах или участках, при промывке и заправке аккумуляторов, регенерации фильтров, при продувке и промывке паровых котлов, мытья смотровых кранов и стирке спецодежды. Загрязнители: топливо, масла, минеральная и органическая взвесь, кислоты, поверхностно-активные вещества (ПАВ), соли металлов" [9].

Постоянного санитарного контроля требуют очистные сооружения промывочно-пропарочных предприятий. Пункты промывки и пропарки цистерн работают круглосуточно. Общее количество химических продуктов, после которых обрабатываются цистерны, составляет около двухсот наименований. Наибольшую опасность представляют цистерны, обрабатываемые после перевозки нефтепродуктов. При проверке поступающих на промывку цистерн, как правило, обнаруживаются значительные количества остатков химических грузов, что свидетельствует о неполном их сливе получателем. Эти остатки грузов поступают в промывные воды и обильно загрязняют их. Это значительно усложняет схему очистки, а в отдельных случаях делает невозможным очистку таких сточных вод. Именно поэтому в отработанные воды попадают: бензол, антраценовое масло, крезол, карболовое масло, диэтиламин, формалин, аммиачная вода, различные кислоты и соли, жидкое стекло, ацетон, сланцевое масло, мазут и другие вещества.

Очистка резервуаров производится методом, при котором раствор горячей воды и моющего средства распыляется на очищаемый материал под высоким давлением с помощью специального устройства. Процесс очистки резервуаров также включает в себя процесс пропаривания, что увеличивает объем сточных вод и требует сброса определенного их количества в водоем. Эту воду следует подвергать дополнительной очистке, пропуская ее через кварцевый песчаный напорный фильтр, с соответствующей промывкой его в периоды засорения, определяемого падением напора. Осадок из отстойника-нефтеловушки, флотатора и других устройств откачивается грязевым насосом и подается на иловую площадку для подсушивания, а затем вывозится на свалку или сжигается. Возможна автоматизация работы таких очистных сооружений.

**Механические цеха.** "Вода используется для приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей, промывки окрашиваемых изделий, для гидравлических испытаний и обработки помещения. Основными загрязняющими компонентами воды являются пыль, металлические и абразивные частицы, а также масла, растворители и краски" [3].

На сборке и на постах сварочных работ сточные воды содержат механические примеси, масло, кислоты и тому подобное в значительно меньших количествах, чем в приведенных выше производствах.

В водостоки тяжелые металлы попадают из различных типов источников. к ним относятся ливневые воды, канализационные и условно-чистые промышленные воды.

Большая часть тяжелых металлов поступает в гидросферу из ливневого стока: до 83% цинка, 72% свинца, 50-80% кадмия, меди и марганца, около 40% молибдена и никеля. С канализационным стоком поступает 53% олова и 55% хрома, а содержание остальных элементов не превышает 9-18%. Условно чистые промывные воды содержат незначительное количество тяжелых металлов. Для таких элементов, как медь, кадмий, никель оно составляет около 6%, а для остальных около 1,5%. Таким образом, ливневый поверхностный сток является основным источником попадания тяжелых металлов в водоемы. Тяжелые металлы поступают в грунтовые воды также со свалок и полигонов, на которых хранятся промышленные и твердые бытовые отходы. В толще свалки обычно формируется техногенный водоносный горизонт, уровень которого превышает уровни нижележащих

водоносных горизонтов. Это связано с наличием в подошве свалки слабопроницаемого слоя, образовавшегося вследствие скопления тонкодисперсных фракций грунта и значительным инфильтрационным питанием по площади свалки. за счет этого процесса образуется фильтрат - уникальный по своей токсичности раствор с высокой общей минерализацией и большими концентрациями тяжелых металлов.

**Нормы очистки.** Очистные сооружения должны обеспечивать требуемую степень очистки сточных вод. Следует сказать, что строгие правила обращения существуют только в промышленности. Затем они регулируют содержание отдельных веществ в очищенной воде. Например, железо должно очищаться таким образом, чтобы концентрация железа в сточных водах не превышала 0,1 мг на литр.

Рассмотрим, какие способы очистки сточных вод применяют в быту. «Современные способы обработки бытовых стоков позволяют добиться такой степени очистки, что воду можно использовать повторно» [5]. Конечно, не в качестве питьевой, а для использования в хозяйстве. Например, для полива сада, мытья дорожек и пр.

На очистных сооружениях бытовых сточных вод обычно используются следующие методы очистки:

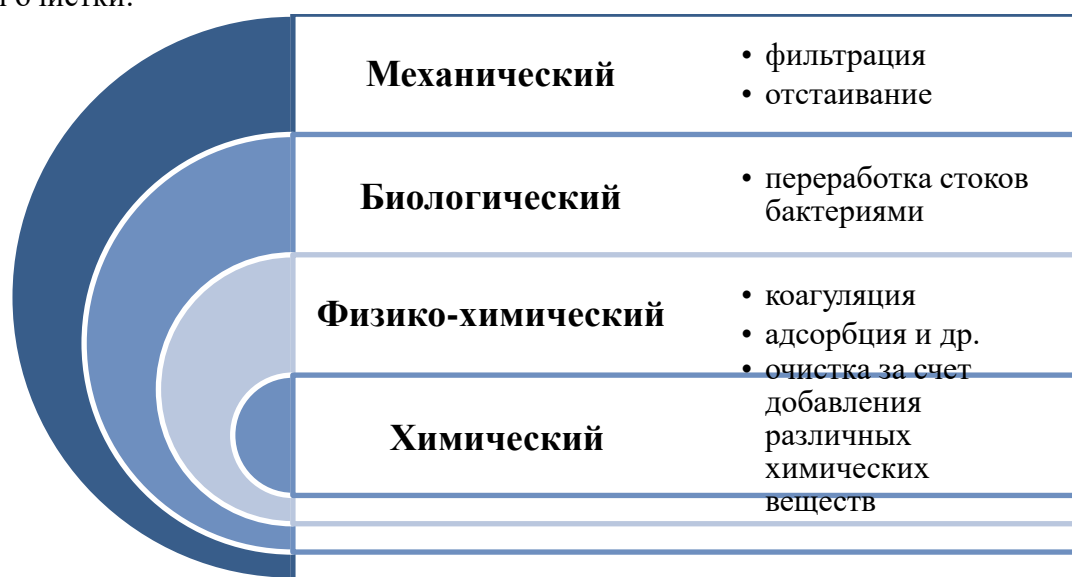


Рис. 2. Методы очистки в бытовых очистных установках.

Очистка сточных вод предприятий железнодорожного транспорта осуществляется механическими, химическими, физико-химическими, биологическими и другими методами. Для предварительной очистки сточные воды пропускают через решетки, затем отстойники для осаждения из сточных вод примесей в песколовках, отстойниках, гидроциклонах и осветителях. Песколовки применяют для предварительного выделения минеральных и органических загрязнений. Эффективность отстаивания достигает 64%.

Для очистки сточных вод от основной массы нефтепродуктов применяются нефтеловушки. Всплывающую нефть собирают поворотными трубами, а твердый осадок удаляют через донный клапан. Для выделения из сточных вод жидких веществ, применяется фильтрование с сетчатыми элементами.

Для механической очистки сточных вод от нефтепродуктов применяются гидроциклоны и центрифуги. Гидроциклоны применяются взамен песколовок или отстойников при недостатке площади их размещения.

Сущность биологической очистки заключается в окислении органических загрязнителей микроорганизмами.

Наиболее прогрессивный способ охраны водной среды - применение замкнутых систем водопользования. При проектировании, строительстве и эксплуатации железнодорожного объектов водоохранные мероприятия направлены на сокращение

водопотребления на производственные и хозяйственно-бытовые нужды и уменьшение сброса загрязняющих веществ со сточными водами.

Наиболее эффективными мерами по снижению негативного воздействия железнодорожных сооружений на водную среду являются создание замкнутых систем водопользования и очистка сточных вод, сбрасываемых в поверхностные, промышленные, коммунальные и ливневые воды, осуществляемая по отдельным техническим процессам на локальных очистных сооружениях.

"Метод и технологию очистки выбирают с учетом санитарных и технологических требований, предъявляемых к качеству очищенных вод; количества сточных вод; наличия у предприятия необходимых для обезвреживания стоков энергетических и материальных ресурсов (пар, топливо, сжатый воздух, электроэнергия, реагенты, сорбенты), а также необходимых площадей для размещения очистных установок; эффективности процесса обезвреживания стоков" [2].

Во всех развитых странах на реализацию различных мер по защите водных ресурсов от загрязнения и истощения выделяется от 3 до 6% национального дохода, при этом относительные затраты составляют 32,2% на охрану воздуха, 49,0% на охрану воды, 16,0% на утилизацию твердых отходов, 0,7% на снижение шума и 1,1% на другие, в примере США относительные затраты именно такие. Как видно из примера, большая часть затрат - затраты на охрану водоемов, Расходы, связанные с получением коагулянтов и флокулянтов, частично могут быть снижены за счет более широкого использования для этих целей отходов производства различных отраслей промышленности, а также осадков, образующихся при очистке сточных вод, в особенности избыточного активного ила, который можно использовать в качестве флокулянта, точнее биофлокулянта.

"Железнодорожный транспорт занимает ведущее место как в перевозке грузов, так и в пассажирообороте в транспортной системе России. протяженность железных дорог составляет 171 тыс. км. железнодорожный транспорт среди других видов транспорта оказывает наименьшее негативное воздействие, особенно по сравнению с автомобильным" [11]. Тем не менее, его доля в загрязнении окружающей природной среды остается высокой. одной из причин этого является выброс вредных веществ, не только от подвижного состава, но и от многочисленных производственных и подсобных предприятий, обслуживающих перевозочный процесс.

С деятельностью железных дорог, в особенности при транспортировке полезных ископаемых, связаны газообразные, жидкие и твердые отходы, которые поступают в атмосферу, поверхностные водоемы и подземные воды, почвы, морские воды. При сжигании органического топлива в атмосферу выбрасывается большое количество углекислого газа и токсичных веществ (свинец, сажа, углеводороды, оксиды углерода, серы, азота и т.д.).

Охрана водных ресурсов от истощения и загрязнения и рациональное их использование в соответствии с потребностями народного хозяйства является одной из важнейших проблем, требующих безотлагательного решения. В России широко осуществляются мероприятия по охране окружающей Среды, в частности по очистке производственных сточных вод.

Одной из основных инициатив по охране водных ресурсов является внедрение новых производственных процессов и переход на замкнутый (бессточный) цикл водоснабжения, при котором очищенные сточные воды не сбрасываются, а повторно используются в техническом процессе. Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дадут возможность полностью ликвидировать сбрасываемые сточных вод в поверхностные водоемы, а свежую воду использовать для пополнения безвозвратных потерь.

В химической промышленности намечено более широкое внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов, дающих наибольший экологический эффект. Большое внимание уделяется повышению эффективности очистки производственных сточных вод.

Сложность решения подобных задач в химической промышленности заключается в многообразии технологических процессов и разнообразии получаемых продуктов. Следует также отметить, что промышленная вода в основном используется для охлаждения. Переход с водяного на воздушное охлаждение может сократить использование воды на 65-89% в масштабах всей промышленности. В этой связи крайне важными являются разработка и внедрение новейшего оборудования, использующего минимальное количество воды для охлаждения.

Внедрение высокоэффективных физико-химических методов очистки сточных вод, особенно с использованием реагентов, может оказать значительное влияние на увеличение водооборота. Использование реагентного метода очистки производственных сточных вод не зависит от токсичности присутствующих примесей, что по сравнению со способом биохимической очистки имеет существенное значение. Более широкое внедрение этого метода как в сочетании с биохимической очисткой, так и отдельно, может в определенной степени решить ряд задач, связанных с очисткой производственных сточных вод. В ближайшей перспективе намечается внедрение мембранных методов для очистки сточных вод. Таким образом, охрана и рациональное использование водных ресурсов - это одно из звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

\*\*\*

1. Алексеев М. И. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ; СПб, СПбГАСУ, 2000. – 352 с.
2. Анализ воды: справочник / [Лео М. Л. Ноллет и др.]; Лео М. Л. Ноллет, Лин С. П. Де Гелдер (ред.); пер. с англ. яз. 2-го изд. под ред. И. А. Васильевой, Е. Л. Пролетарской. – Санкт-Петербург: ЦОП "Профессия", 2013. – 919 с.
3. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита водной среды: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Защита окружающей среды" / А. Г. Ветошкин. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2014. – 415 с.
4. Козлов М.П. Определение напряжений в оболочках котлов цистерн / М. П. Козлов // В сборнике: Современные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник трудов по результатам международной интернет-конференции. Под общей редакцией К.А. Сергеева. – 2020. – С. 184-187.
5. Пат. 2534807 РФ, МПК G 01 N 1/00, G 01 N 33/42. Способ отбора проб для исследования загрязненного участка железнодорожного пути/Стрелков А. К., Теплых С. Ю., Горшкалев П. А., Саргсян А. М.//Открытия. Изобретения. 2014. № 34.
6. Стрелков А. К. Изучение качественных характеристик поверхностного стока с железнодорожных путей//Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2014. № 4 (17). С. 55-62.
7. Стрелков А. К. Определение концентраций загрязнений в поверхностном стоке с железнодорожных путей косвенным методом//Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 8. С. 67-70.
8. Стрелков А. К. Оценка экологического состояния технической полосы отвода//Путь и путевое хозяйство. 2014. № 3. С. 31-34.
9. Теплых С. Ю. Влияние поверхностного стока с путей на водные объекты//Путь и путевое хозяйство. 2012. № 5. – С. 27-29.

**Ефимов Р.А., Хайбулин Д.Д.**

**Разработка предложений по формированию обучающего модуля организации движения высокоскоростных поездов**

*ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-363

#### **Аннотация**

Перспективные задачи по развитию движения высокоскоростных поездов на железных дорогах Российской Федерации требуют большого внимания к развитию систем обучения дежурно-диспетчерского персонала с учетом специфики организации работы участков обращения высокоскоростных поездов. В 2020 году в железнодорожных ВУЗах и техникумах унифицирована учебно-лабораторная база, которая для подготовки специалистов в области управления перевозочного процесса основана на имитационном тренажерном



комплексе обучения ДСП/ДНЦ. Обучающий модуль с функциями организации движения высокоскоростных поездов на данный момент отсутствует.

В статье представлены предложения по заданию, алгоритму функционирования и параметрам оценки предлагаемого модуля для обеспечения формирования у студентов необходимых компетенций.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, методы обучения, тренажерный комплекс, эксплуатация железных дорог, обучающий модуль, управление перевозочным процессом, организация высокоскоростного движения.

### Abstract

Promising tasks for the development of high-speed train traffic on the railways of the Russian Federation require great attention to the development of training systems for duty dispatching personnel, taking into account the specifics of the organization of the work of high-speed train circulation sections. In 2020, railway universities and technical schools unified the educational and laboratory base, which for the training of specialists in the field of management of the transportation process is based on a simulation simulator training complex DSP / DNC. However, there is currently no training module with the functions of organizing the movement of high-speed trains.

The article presents proposals on the task, the algorithm of functioning and the evaluation parameters of the proposed module to ensure the formation of the necessary competencies among students.

**Keywords:** railway, teaching methods, simulator complex, railway operation, training module, transportation process management, organization of high-speed traffic.

Железнодорожный транспорт является одной из ведущих отраслей экономики страны, задачами которой являются безопасная и своевременная перевозка людей, грузов с соблюдением высокого качества обслуживания и скорости передвижения.

Этим обусловлены высокие требования к уровню профессиональных знаний и компетенций персонала компании ОАО «РЖД». В настоящее время, в эпоху развития цифровых технологий, большое внимание уделяется практической подготовке обучающихся с использованием современных аппаратно-программных комплексов для снижения срока адаптации будущих железнодорожников и отработки функций в нестандартных ситуациях.

Имитационный тренажер ДСП/ДНЦ предназначен для обучения студентов навыкам работы в роли дежурных по железнодорожным станциям (ДСП) и поездных диспетчеров (ДНЦ). В процессе работы обучаемые приобретают необходимые практические навыки, учатся принимать рациональные управленческие решения в сложившейся оперативной обстановке.

В имитационном тренажере ДСП/ДНЦ есть два режима: локальный (отработка навыков студентов за конкретным АРМ) и сетевой (АРМы студентов связаны в единую сеть, и ситуация определяется действиями всей команды обучающихся).

В процессе проведения лабораторных работ студенты осуществляют организацию работы станции с соблюдением установленного регламента переговоров между ДСП соседних станций и ДНЦ, заполнением различных форм электронных учетных документов. На занятии обучающиеся действуют в рамках задания на деловую игру, выбранного из комплекса. Различие ситуаций зависит от технологии работы станции с учетом путевого развития и средств железнодорожной автоматики и телемеханики, возникновения нестандартных и аварийных ситуаций. В настоящее время в данном тренажере отсутствует модуль организации движения на участке обращения высокоскоростных поездов.

В имитационном тренажере имеется полигон, состоящий из двенадцати станций, который разделен на три диспетчерских круга (по 4 станции в управлении каждого ДНЦ).

При движении высокоскоростных поездов применяются повышенные требования к элементам инфраструктуры и подвижному составу. [1] При движении высокоскоростного поезда студент в роли ДСП, проводя анализ графика движения поездов должен обеспечить готовность маршрутов для приема, отправления или проследования высокоскоростного поезда не позже, чем за 10 минут.

Специфика организации движения высокоскоростных поездов требует учета множества факторов и добавления в исходный учебный полигон изменений в соответствии с

оснащением существующей магистрали Москва – Санкт-Петербург. Это позволит обеспечить расширение представления студентов об организации движения указанных поездов в условиях, приближенных к реальным. Предлагается для организации движения на учебном полигоне, состоящем из 12 станций, использовать функциональную схему, представленную на рисунке 1, в которой участок Союз-Магнитная расположен на четырехпутном перегоне. В локальной деловой игре по работе ДНЦ на участке с диспетчерской централизацией выбраны четыре станции на участке Восточная – Магнитная, выделенные прямоугольником (рисунок 1) для осуществления взаимодействия на стыке двухпутного и четырехпутного перегонов. В сетевой игре работают двенадцать ДСП и три ДНЦ.

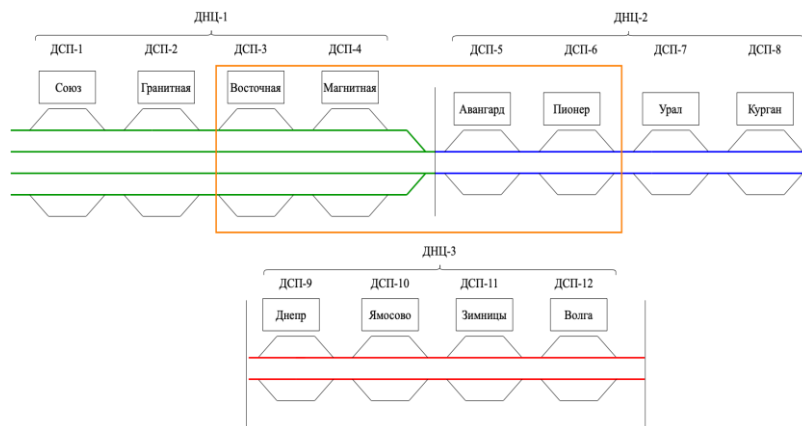


Рисунок 1. Функциональная схема работы при внедрении высокоскоростного модуля.

**Регламент работы и задание**

Для реализации движения высокоскоростных поездов требуется введение на пульт-табло кнопки «Скоростной режим», которая подразумевает специальный режим устройств сигнализации и связи для пропуска высокоскоростных поездов.

Для формирования задания и определения структуры выполнения предложен перечень ошибок при работе с поездами в высокоскоростном модуле, который включает в себя следующие:

- 1) Неприем поезда на станцию;
- 2) Прием поезда на станцию с опозданием:
  - 2а) – до 30 минут;
  - 2б) – менее 1 часа;
  - 2в) – на 1 час и более;
- 3) Отправление грузового поезда (с любой степенью боковой негабаритности, грузными сыпучими грузами и окатышами) на перегон при нахождении на нем высокоскоростного поезда;
- 4) Пропуск и прием поезда по/на пути несоответствующему ГДП;
- 5) Составление маршрута приема, отправления, пропуска менее, чем за:
  - 5а) – 5 минут;
  - 5б) – 9 минут;
- 6) Не включение «скоростного режима» (не нажатие кнопки «скоростной режим»).

Распределение представленного перечня по степени значимости и отнесение их к критическим и значимым представлено в таблице 1.

Таблица 1

*Критические и значимые ошибки при работе с поездами.*

Высокоскоростные поезда		Остальные категории поездов	
Критические (К <sub>кр</sub> )	Значимые (К)	Критические (К <sub>кр</sub> )	Значимые (К)
1	2а	2в	2б
3	4	–	4
5а	5б	–	–
–	6	–	–

Задание на локальную игру: Студенты выступают в роли ДНЦ, под руководством которого находится участок из 4 станций Восточная – Пионер (стыковка четырехпутных и двухпутных перегонов), оборудованный диспетчерской централизацией.

Необходимо осуществить движение всех поездов (количество фактически отправленных и принятых поездов равно плановым  $N_{отпр}(ф)=N_{отпр}(пл)$ ,  $N_{пр}(ф)=N_{пр}(пл)$ ) по участку согласно специализации путей и требованиям установленного графика движения поездов.

Задание на сетевую игру: осуществить прием, пропуск и отправку всех категорий поездов на учебном полигоне, оборудованном автоблокировкой и состоящем из 12 станций. В предложенной деловой игре участвуют три ДНЦ и двенадцать ДСП. Полигон разделен на три участка: Союз–Магнитная (четырепутный), Авангард–Курган (двухпутный), Днепр–Волга (двухпутный). Руководство организацией движения поездов на каждом участке выполняется одним ДНЦ. На каждой станции находится ДСП.

Для четырехпутного участка I и II главные пути специализированы для движения высокоскоростных и пассажирских поездов, III и IV главные – для движения пригородных и грузовых.

ДНЦ всех трех участков полигона Союз – Волга имеют поездную радиосвязь и при непредвиденной ситуации всегда могут выйти на связь с машинистом, дать оценку ситуации и указать дальнейшие действия.

Критические ошибки не допускаются, значимые – не более 2. ДСП выполняют приказы ДНЦ.

Для реализации предлагаемого модуля ходовую скорость высокоскоростного поезда принята равной 200 км/ч, пассажирских и пригородных – 90 км/ч, грузовых – 60 км/ч, исходя из чего по формуле (1) произведен расчет перегонных времен хода для построения графика движения поездов (ГДП):

$$t_{пр} = 60 \frac{l_{пер}}{V_x}, \tag{1}$$

где  $l_{пер}$  – длина перегона, км;

$V_x$  – ходовая скорость поезда км/ч.

Согласно данным о перегонных временах хода и схемы учебного полигона (рисунок 1) был разработан график движения поездов с начала смены 08:00 до 14:00 с учетом специализации главных путей на участке Союз-Магнитная (рисунок 2).

Все действия обучающихся должны фиксироваться в системе. По результатам работы проводится разбор в конце занятия для точного анализа приобретенных студентами навыков и принятии более обоснованного решения при выставлении оценки.

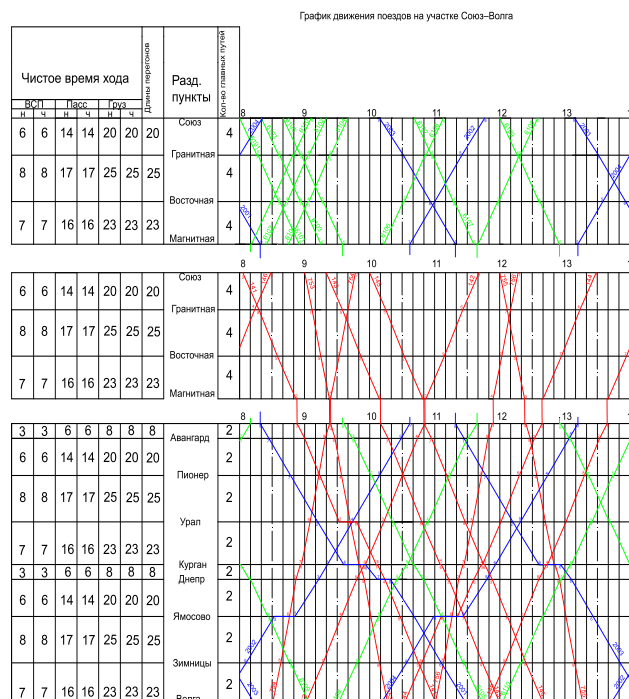


Рисунок 2. График движения поездов на учебный полигон.

Алгоритм работы высокоскоростного модуля представлен на рисунке 3. В данный модуль заложены такие исходные данные как: критические ошибки (Ккр), значимые ошибки (К), регламент и задание при работе с высокоскоростными поездами, график движения поездов (ГДП), количество отправленных поездов (Nотпр), количество принятых поездов (Nпр). Ошибке в алгоритме распределены согласно таблице 1 и их описания, изложенного выше.

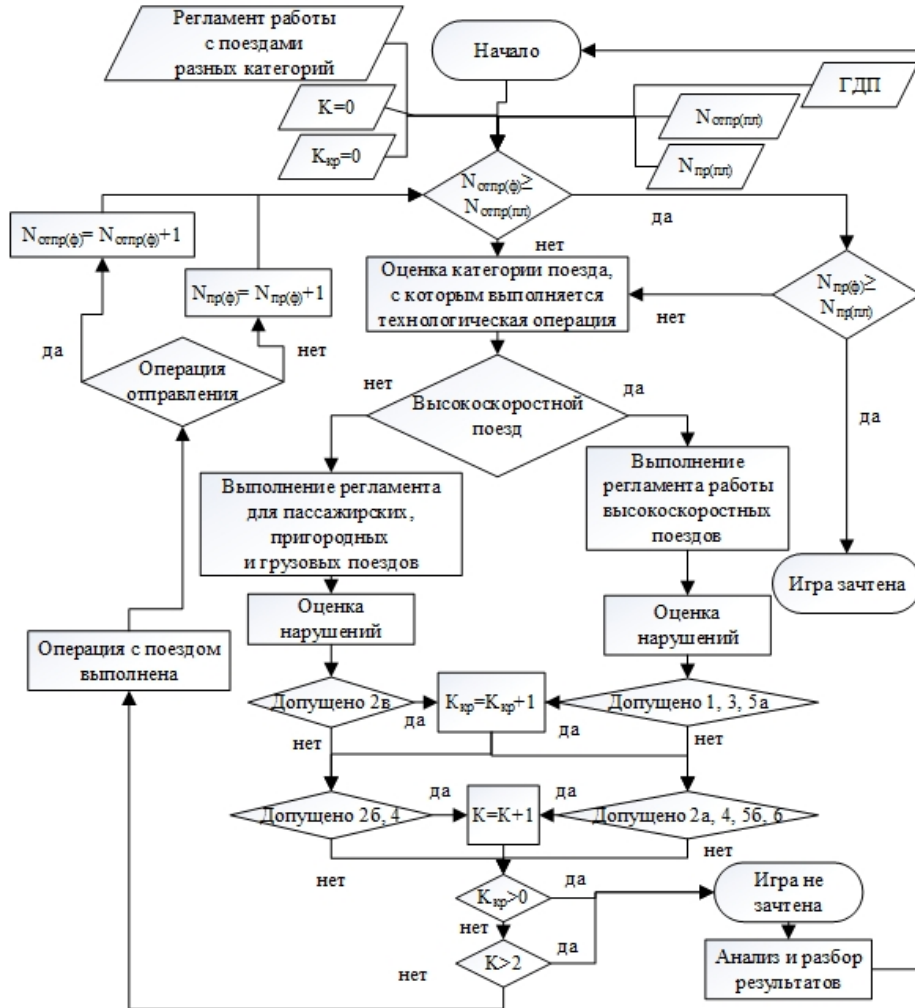


Рисунок 3. Алгоритм функционирования высокоскоростного модуля.

В алгоритме описан порядок выполнения игры и результата, необходимого для успешного выполнения задания. В конце игры обучающийся получает сводную таблицу, в которой отображаются основные показатели его деятельности за смену. В случае допущения критической ошибки или превышения установленного количества значимых ошибок в локальной версии ДНЦ игра прекращается с указанием причины преждевременного окончания игры. В аналогичном случае при сетевой версии – преподавателю и студентам выводится информация о том, что игра не сдана. Преподавателем осуществляется разбор со всеми студентами, участвующими в игре, после которого существует возможность повторного запуска игры.

### Заключение

Для повышения качества подготовки специалистов по управлению перевозками на железнодорожном транспорте предлагается действующий в учебных заведениях имитационный тренажер ДСП/ДНЦ дополнить модулем работы с высокоскоростными поездами.

Обучение в нем рационально проводить в двух режимах: локальном – ДНЦ при диспетчерской централизации (участок Восточная – Пионер) с учетом перехода с

четырёхпутного участка на двухпутный; сетевом – на полигоне из 12 станций и 3 диспетчерских кругов, студенты выступают в ролях ДСП и ДНЦ.

Данный подход позволит приобрести все необходимые навыки студентам в локальном режиме в комфортном темпе. Далее применить их при оперативном взаимодействии с другими обучающимися в рамках сетевого. Важным является соблюдение специализации главных путей, правильность действий при переходе с четырёхпутного на двухпутный участок и своевременная подготовка маршрутов для следования высокоскоростных поездов.

Реализация представленного алгоритма высокоскоростного модуля в имитационном тренажере ДСП/ДНЦ позволит сократить время на подготовку специалистов при развитии высокоскоростного движения и повысить общее понимание студентами организации движения поездов на полигоне управления.

\*\*\*

1. Железнодорожные пассажирские перевозки (избранные главы) : Для студентов специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог и направления, направлений» 23.03.01 «Технология транспортных процессов», 23.03.02 «Менеджмент» / Ю. О. Пазойский, М. Ю. Савельев, А. А. Сидраков [и др.] ; Под ред. Пазойского Ю. О.. – Москва : Российский университет транспорта, 2020. – 407 с. – EDN QXRJ JV.---

**Ильин П.А., Хольшев Н.В., Глазков В.Ю.**

### **Моделирование процесса распределения тепла в пневматической автомобильной шине с повреждениями**

*Тамбовский государственный технический университет  
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-364

#### **Аннотация**

В статье производится распределение тепла по поверхности автомобильной шины с повреждениями. Моделирование осуществлялось при помощи системы автоматизированного проектирования T-FLEX. В результате было установлено, что в местах повреждения бортов шины наблюдаются изменения распределения тепловых полей. Данное явление можно использовать для диагностирования повреждения шин в автоматизированном режиме.

**Ключевые слова:** автомобиль, пневматическая шина, диагностирование шин, моделирование тепловых процессов.

#### **Abstract**

The article deals with the distribution of heat over the surface of a damaged car tire. Modeling was carried out using the T-FLEX computer-aided design system. As a result, it was found that changes in the distribution of thermal fields are observed in the areas of tire bead damage. This phenomenon can be used to diagnose tire damage in an automated mode.

**Keywords:** car, pneumatic tire, tire diagnostics, thermal process modeling.

Автомобильные шины осуществляют непосредственный контакт с дорогой. От их технического состояния непосредственно зависит безопасность дорожного движения. Наибольшее распространение имеют в настоящее время пневматические бескамерные шины. Основным видом потери их работоспособности является нарушение герметичности. Это может быть вызвано рядом причин: проколом беговой дорожки покрышки, повреждениями бортов покрышки, деформацией обода колеса, расслоением материала покрышки. Диагностирование повреждений шин в настоящее время выполняется в большей степени визуально, что требует больших затрат времени, скрытые повреждения таким образом выявить невозможно. Существует и специализированное технологическое оборудование для диагностирования шин, но оно из-за высокой стоимости на авто обслуживающих предприятиях применяется редко [1]. Существует также ряд научных исследований по

обоснованию и разработке оборудования по диагностированию повреждений шин, но оно по ряду причин - не высокая эффективность, сложность диагностирования, отсутствие необходимого финансирования - массово не применяется.

В рамках выполнения магистерской диссертации был произведен анализ патентных решений, направленных на разработку методов и способов диагностирования повреждений шин. Одним из предлагаемых решений [2] является оценка целостности шины путем оценки состояния структуры смежно-расположенных участков шины, причем для проверки целостности структуры холодную шину нагревают до температуры не выше температуры вулканизации этой шины и горячую шину сканируют термовизором, а в качестве параметров оценки используют цветное отображение температур участка шины. Недостатком данного способа являются технологическая сложность контролируемого нагрева поверхности шины до температуры не выше температуры вулканизации, высокая вероятность повреждения или возгорания шины из-за нагрева, а также необходимость применения дорогостоящего оборудования.

Дальнейших исследований эффективности предложенного способа в открытой печати найдено не было. Также не известны конкретные значения нагрева поверхности шины. Для устранения данных недостатков было решено произвести моделирование распределения тепла по поверхности шины при наличии на ее поверхности видимых повреждений. Моделирование осуществлялось при помощи модуля теплового анализа системы автоматизированного проектирования T-FLEX. Температура прикладывалась по двум вариантам - к беговой дорожке и ко всей наружной поверхности шины.

Модель элемента шины R13, до проведения расчетов, представлена на рисунке 1. В качестве начальной температуры взята «рабочая» температура шины легкового автомобиля при движении из интервала 45...65°C [3] - 60°C. На поверхности шины был нанесен «порез» клиновидной формы шириной в верхней части 0,2 мм и глубиной до 12 мм и длиной 72 мм.



Рисунок 1. Модель элемента автомобильной шины R13.

При помощи модуля теплового анализа системы автоматизированного проектирования T-FLEX было произведено разбиение поверхности шины на тетраэдры с 10 вершинами с относительным размером 0,05. Затем к поверхности шины был приложен конвективный поток мощностью 5 Вт/м<sup>2</sup>·°С.

В результате моделирования процесса охлаждения поверхности шины с боковым порезом было установлено, что грани пореза вызывают образование на гистограмме теплового потока местные «аномалии», характеризующиеся сниженным тепловым потоком (рисунок 2).

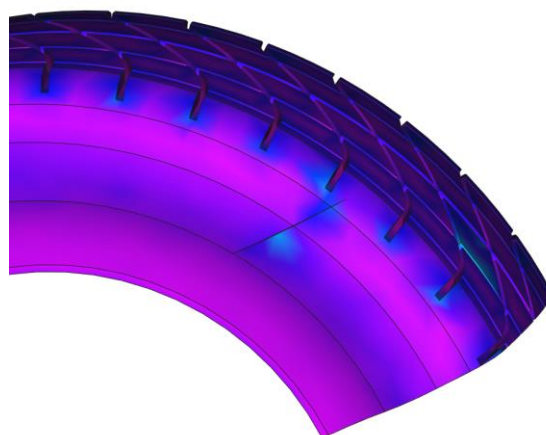


Рисунок 2. Модель охлаждения шины с боковым порезом на пятой секунде моделирования.

Наилучшая видимость повреждения для заданных условий моделирования наблюдается в начале процесса охлаждения - на 5 секунде, но и на 120 секунде в месте повреждения видны изменения характеристики теплового потока (рисунок 3).

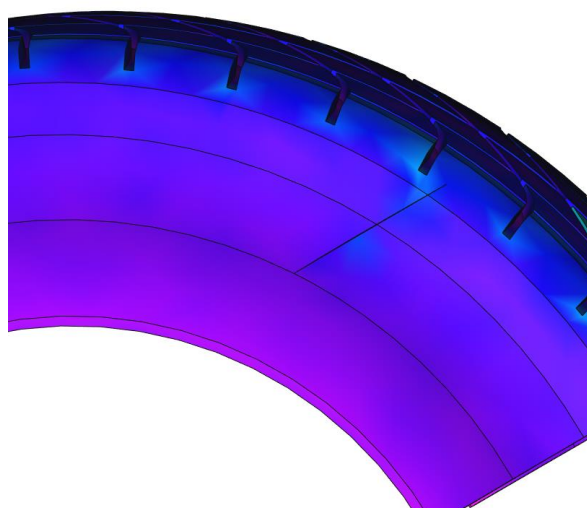


Рисунок 3. Модель охлаждения шины с боковым порезом на 120 секунде моделирования.

Изменение начальной температуры поверхности шины и интенсивности конвективного потока существенного влияния на интенсивность «аномалий» на гистограммах теплового потока не оказывает.

Моделирование процесса охлаждения шины при помощи модуля теплового анализа системы автоматизированного проектирования T-FLEX позволило подтвердить возможность поиска повреждений, установить наилучшую температуру нагрева шины установить не удалось. Для этого необходимо провести дополнительные экспериментальные исследования.

\*\*\*

1. Хольшев Н. В. Обоснование диагностического параметра для определения скрытых повреждений шин автомобилей/ Н.В. Хольшев, А.А. Лавренченко, Д.Н. Коновалов, П.С. Минаев // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 3(80). С. 191 - 196
2. Заявка № 200116282/28 РФ, МПК G01M 17/02. Способ определения наличия дефектов структуры шины/ Миронов С.А.; заявитель: Хомутова Н.В.; опубл. 06.27.2003.
3. Коханенко В. Б. Разработка методов диагностики внутренних разрушений автомобильных шин в условиях эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.02. – Харьков, 2005. – 216 с

Лазаренко Д.Ю., Кузикова В.А.  
**Особенности автомобильных перевозок крупногабаритных грузов**

*Кубанский государственный технологический университет  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-365

**Аннотация**

Негабаритными грузами называются объекты нестандартных размеров и веса, которые имеют размеры больше, чем определенные параметры, одна из особенностей, что их нельзя разделить на более мелкие части для перевозки. Такие грузы делятся на: крупногабаритные, тяжеловесные, длинномерные. Эта сфера на сегодняшний день является востребованной в связи с большим количеством специальностей, которые требуют этого, к примеру, сельское хозяйство, строительство и т.д. В статье описаны особенности логистики и правила перевозки негабаритных грузов автомобильным транспортом. Также обращено внимание на характеристики транспортировки на крайний север.

**Ключевые слова:** транспортировка, негабаритные грузы, перевозка, логистика.

**Abstract**

Oversized loads are objects of non-standard sizes and weights that have dimensions larger than certain parameters, one of the features is that they cannot be divided into smaller parts for transportation. Such cargoes are divided into: bulky, heavy, lengthy. This area is currently in demand due to the large number of specialties that require it, for example, agriculture, construction, etc. The article describes the specifics of logistics and rules for the transportation of oversized cargo by road. Attention is also drawn to the characteristics of transportation to the far north.

**Keywords:** transportation, oversized cargo, transportation, logistics.

Транспортировка негабаритных грузов имеет свою специфику, в которой задействовано множество моментов и сложностей. В настоящее время такая перевозка является одной из основных проблем для заказчиков и исполнителей, но существуют компании, которые готовы взять на себя эту работу, соблюдая все правила безопасности, целостность и имея собственный автопарк. Они учитывают все наиболее важные факторы, на которых делается особое внимание при транспортировке груза, к каждому заказу подход производится индивидуальный и принимается наиболее оптимальное решение, чтобы оптимизировать затраты.

Подготовка негабаритного груза для транспортировки происходит очень внимательно и детально, чтобы избежать разных возможных неприятностей. Важно обратить внимание на основные факторы, когда подбирается стратегическое решение для организации транспортного процесса: сроки и объемы перевозки, подписание согласований на всех уровнях, подбор транспорта, классификация опасности и качество перевозки [1].

Необходимо обеспечить надежность и безопасность перевозки негабаритного груза, для этого делают действенные организационно-технические мероприятия, использовать специальную технологию работ. Перевозки негабаритных грузов могут предусматривать: производство погрузочно-разгрузочных работ, усиление дорожного пути (мосты, покрытия), изготовление новых транспортных средств, оборудования, объездов [2].

Многие из перечисленных мероприятий требуют выполнения сложных проектно-конструкторских работ.

На Крайний Север производится транспортировка негабаритных грузов в виде оборудования для нефтегазовой промышленности, военная, карьерная и дорожная техника, металлоконструкции, металлопрокат, цистерны, турбины, трансформаторы и др. Такие перевозки проводятся, соблюдая особые установки для передвижения автомобильного транспорта с грузом по городским дорогам должно быть специальное разрешение, которое подписывается на этапе подготовки соглашений.



Доставка при помощи специального автомобиля на Крайний Север проводится в летний период или зимой в январе-феврале. В межсезонье проезд груженых машин по скользкой подмерзающей земле или слякоти практически невозможен и опасен, особенно около болотистых местностей.

Перевозка негабаритного груза на Север производится низкорамными трами, которые имеют ряд преимуществ: большое количество пар колес дают возможность для равномерного распределения веса груза по дорожному полотну, такое преимущество дает возможность для перевозки без ограничений нагрузки на ось, платформа имеет небольшую высоту, так центр тяжести транспортного устройства смещается вниз и дает нужную устойчивость при поворотах, на площадке можно разместить груз, который превышает размер прицепа [3].

Для того, чтобы груз был надежно закреплен по всей длине, применяют монтажные петли, проушины и крепёжные крюки. Наличие лебедки с тросами облегчает погрузку-разгрузку негабарита, позволяет заказчикам сэкономить на оплате дополнительной техники. Применение подкатных тележек облегчает погрузку нетяжелого крупногабарита. Если длины обычного траля недостаточно, то можно состыковать основную платформу с дополнительным модулем или использовать машины с телескопически раздвигающейся платформой.

\*\*\*

1. «Зеленая трансформация России в рамках глобального тренда на декарбонизацию», Лотникова Д.Ю., электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2021. №3. С. 62-71.
2. Лукинский, В.С. Логистика и управление цепями поставок [Текст]: учебник и практикум / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Н.Г. Плетнева – М. : Юрайт, 2020.
3. Туревский, И.С. Автомобильные перевозки. Учебное пособие. Гриф МО РФ / И.С. Туревский. - М.: Форум, 2018.

**Нестеренко И.С., Нестеренко Г.А., Морозова А.Р.**

**Способы диагностирования охлаждающей системы двигателя внутреннего сгорания автомобиля**

*Омский государственный технический университет  
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-366

**Аннотация**

В данной работе рассмотрены различные методы проведения диагностических мероприятий по проверке работоспособности системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания автомобиля.

**Ключевые слова:** автомобиль, система охлаждения, неисправность, диагностика.

**Abstract**

This paper discusses various methods for carrying out diagnostic measures to check the performance of the cooling system of an internal combustion engine of a car.

**Keywords:** car, cooling system, malfunction, diagnostics

Диагностика двигателя внутреннего сгорания (ДВС) заключается в поиске механических неисправностей, которые затрудняют его работу, приводят к неравномерной работе двигателя, масляному голоданию, перегреву двигателя, частичному или полному разрушению ДВС [1]. Неисправности в механической части двигателя характеризуются неравномерной работой агрегата, характерным для определенной неисправности звуком, некорректной работой смазывающей системы, системы охлаждения (рис. 1).



Рисунок 1. Система охлаждения двигателя внутреннего сгорания.

Для полноценной работы охлаждающей системы требуется периодическая проверка ее работоспособности [2].

Основные этапы диагностики охлаждающей системы:

1. На холодном двигателе (температура охлаждающей жидкости и блока цилиндров равна температуре окружающей среды) производится проверка уровня масла и охлаждающей жидкости, при необходимости доливается до верхнего уровня;
2. Запускается двигатель;
3. На холостом ходу начинается прогрев ДВС;
4. Проводится наблюдение за температурой охлаждающей жидкости по датчику температуры и фактической температурой охлаждающей жидкости, головки блока цилиндров, блока цилиндров (пирометром);
5. Фиксируются температуры (по датчику и пирометру) открытия термостата и включения вентилятора основного радиатора охлаждения.

При неисправности датчика температуры будут наблюдаться расхождения показаний температур (более  $3^{\circ}\text{C}$ ), на датчике температуры и пирометре. Если неисправен термостат, температура его открытия на большой круг охлаждения будет выше или ниже номинального. *Номинальная температура открытия термостата –  $89^{\circ}\text{C}$ .*

В случае неисправности в работе водяного насоса (помпы), охлаждающая жидкость не циркулирует в системе охлаждения. Его неисправность диагностируется как отсутствие давления в системе охлаждения, не равномерный прогрев блока цилиндров и головки блока цилиндров, перегрев жидкости в системе охлаждения, перегрев двигателя, что зачастую приводит к выбросу охлаждающей жидкости в расширительный бачок. Неисправности водяного насоса (помпы) могут возникать ввиду коррозии крыльчатки помпы и системы охлаждения в целом, физическом износе крыльчатки, ее заклинивании.

При неисправности крышки радиатора нарушается циркуляция охлаждающей жидкости. Диагностируется подобная неисправность отсутствием давления в системе охлаждения, что приводит к не равномерному прогреву блока цилиндров и головки блока цилиндров.

Иногда наблюдается поступление выхлопных газов в систему охлаждения, что нарушает циркуляцию в системе охлаждения, в ней возникают воздушные пробки. Выявить подобную неисправность можно по холодным патрубкам системы охлаждения (ввиду отсутствия циркуляции охлаждающей жидкости), отсутствию прогрева салона, характерным запахом. Выхлопные газы в систему охлаждения попадают из-за потери герметичности уплотнения между головкой блока цилиндров и блоком цилиндров.

Кроме того, случается поступление масла двигателя или АКПП в систему охлаждения, при этом нарушается состав охлаждающей жидкости, возникают эмульсионные отложения в системе охлаждения, нарушается циркуляция жидкости, нарушается

теплоотдача охлаждающей жидкости, нарушается работоспособность системы смазки двигателя или АКПП. Для выявления данной неисправности проверяется уровень масла двигателя или АКПП, наличие эмульсии в радиаторе. Масло двигателя попадает в систему охлаждения из-за не герметичности уплотнения между головкой блока цилиндров и блоком цилиндров, не герметичностью блока цилиндров и головки блока цилиндров, не герметичности уплотнения между теплообменником двигателя и блоком цилиндров, не герметичностью теплообменника двигателя. Масло АКПП попадает в систему охлаждения из-за не герметичности теплообменника АКПП.

При возникновении воздушных пробок в системе охлаждения нарушается циркуляция в системе охлаждения. Выявить подобную неисправность можно по не эффективной работой термостата (ввиду невозможности продавить воздушную пробку), холодным патрубкам системы охлаждения (ввиду отсутствия циркуляции охлаждающей жидкости), отсутствию прогрева салона. Воздушные пробки в системе охлаждения возникают при замене охлаждающей жидкости, попадании выхлопных газов.

Механические загрязнения в системе охлаждения нарушают циркуляцию жидкости, происходит загрязнение системы охлаждения, отопителя салона, основного радиатора. Диагностируется подобная неисправность визуальным осмотром охлаждающей жидкости. Загрязнения системы охлаждения возникают ввиду попадания загрязняющих частиц (земля, стружка, грязь), коррозионных отложений, масла двигателя или АКПП.

Перечисленные выше методы диагностирования различных неисправностей системы охлаждения позволят сохранить работоспособность ДВС и продлить его ресурс.

\*\*\*

1. Шароглазов Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчет процессов / Учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания" : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 651200 - "Энергомашиностроение" специальности 101200 - "Двигатели внутреннего сгорания" / Челябинск, 2006. – 382 с.
2. Курасов В.С. Теория двигателей внутреннего сгорания / В.С. Курасов, В.В. Драгуленко, С.М. Сидоренко // Краснодар, КГАУ. 2013. – 86 с.

**Сивер А.А., Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С.**

**Обоснование выбора базового автомобиля для перевозки ГСМ малого объема**

*Омский государственный технический университет  
(Россия, Омск)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2022-367*

#### **Аннотация**

В данной статье приводится обоснование рационального выбора базового автомобиля для перевозки и заправки горюче-смазочных материалов.

**Ключевые слова:** горюче-смазочные материалы, транспортные средства, цистерна.

#### **Abstract**

This article provides a rationale for the rational choice of the base vehicle for the transportation and refueling of fuels and lubricants.

**Keywords:** fuels and lubricants, vehicles, tank.

Необходимость обеспечения транспортных средств топливом всегда является первостепенной задачей. Транспортировка большого объема топлива для заправки двух или трех единиц техники является экономически нецелесообразным. Горюче-смазочные материалы (ГСМ) относятся к наиболее опасным видам перевозимых грузов и поэтому доставка топлива в объеме, не превышающим требуемый, является наиболее целесообразной.

Организация, осуществляющая перевозку ГСМ, должна иметь соответствующее разрешение, грамотно проработанный маршрут с учетом метеорологических условий и

внештатных ситуаций на пути следования. Для осуществления перевозки ГСМ требуются специальный транспорт, соответствующий требованиям пожарной безопасности [1].

Для осуществления перевозки ГСМ предлагается использовать автоцистерны, оборудованные на базе серийного автомобиля повышенной проходимости УАЗ (рис. 1).



Рисунок 1. Общий вид автомобиля УАЗ 3303.

Кроме перевозки топлива, непосредственно в цистерне, установленной на автомобиле, можно его транспортировать дополнительно в прицепляемой автоцистерне. Устройство автоцистерны для перевозки нефтепродуктов представлено на рисунке 2 [2, 3].

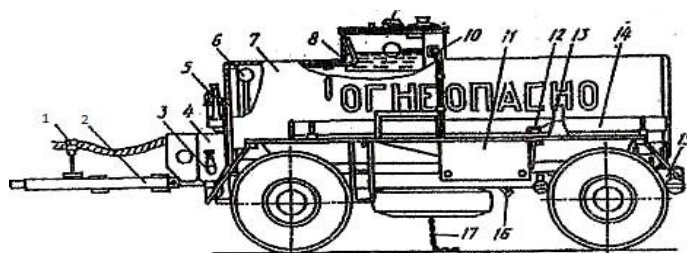


Рисунок 2. Цистерна: 1 – опора крепления рукава; 2 – дышло прицепа; 3 – трубопровод для приема и выдачи нефтепродукта; 4 – ящик задвижки; 5 – огнетушитель; 6 – поплавковый указатель уровня; 7 – цистерна; 8 – горловина; 9 – дыхательный клапан; 10 – ограничитель наполнения; 11 – боковой ящик; 12 – клин заземления; 13 – заземляющее устройство; 14 – пенал для рукава; 15 – шасси; 16 – трубопровод слива отстоя; 17 – цепь заземления.

Выбор базового автомобиля обусловлен его грузоподъемностью и проходимостью, которая обеспечивается техническими возможностями и колесной формулой 4x4.

Например, для заправки трех комбайнов потребуется примерно 1500 литров топлива, а, следовательно, доставка топлива к месту заправки в большем объеме не требуется. Таким образом, на базовый автомобиль можно установить цистерну объемом 1000 литров и использовать прицепную объемом 500 литров.

Согласно техническим характеристикам автомобиля УАЗ 3303 масса транспортируемого груза не должна превышать 1225 кг, что является допустимым для его применения [4].

\*\*\*

1. Сивер А.А. Анализ необходимости создания транспортных средств для перевозки ГСМ малого объема / А.А. Сивер, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко. – DOI: 10.18411/trnio-09-2022-29 // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 89-1. С. 98-101.
2. Автомобильные транспортные средства для транспортирования и заправки нефтепродуктов. – Введ. 2017-04-01. – М.: НАМИ, 2017. – 10 с. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136414>.
3. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранение нефти и газа / Г.В. Коннова – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 128 с.
4. Технические характеристики УАЗ [Электронный ресурс] // Автоцентр Сити. – 2022. – URL: <https://avto-city.ru/auto/uaz/sgr/attributes/>. (дата обращения: 28.10.22)

## РАЗДЕЛ XXI. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Гичаева М.М.

**Анализ и обобщение результатов исследований существующих методов определения деформаций инженерных объектов**

*Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова  
(Россия, Грозный)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-368

**Аннотация**

В статье дается обзор методов геодезических наблюдений, а также современных приборов и технологий, применяемых для определения количественных характеристик деформаций инженерных объектов. Отдельное внимание уделено перспективам и особенностям внедрения новых методов геодезических измерений. Кроме того, обозначены достоинства и недостатки различных методов и приборов в зависимости от степени необходимой точности измерений.

**Ключевые слова:** деформации, мониторинг, геодезические приборы, измерение, точность.

**Abstract**

The article provides an overview of the methods of geodetic observations, as well as modern instruments and technologies used to determine the quantitative characteristics of deformations of engineering objects. Special attention is paid to the prospects and features of the introduction of new methods of geodetic measurements. In addition, the advantages and disadvantages of various methods and devices are indicated, depending on the degree of required measurement accuracy.

**Keywords:** deformations, monitoring, geodetic instruments, measurement, accuracy.

**Введение.** В настоящее время основным нормативным документом, определяющим вопросы определения деформаций зданий и сооружений, является ГОСТ 24846-81 [1]. В этом нормативном документе в качестве основного метода измерения вертикальных перемещений рекомендовано геометрическое нивелирование, выполняемое оптическими нивелирами [2].

По результатам наблюдений за деформациями зданий и сооружений делается техническое заключение о состоянии и прогнозе развития выявленных деформаций, разрабатываются рекомендации по ведению соответствующих мероприятий, предотвращающих вредные следствия критических деформаций.

**Анализ и обобщение результатов исследований существующих методов определения деформаций инженерных объектов.**

*Цифровые нивелиры.* Геодезические наблюдения за деформациями инженерных объектов основываются на спутниковых и наземных геодезических измерениях. Современные multifunctional геодезические приборы, совмещающие функции высокоточного оптического нивелира, электронного запоминающего устройства и встроенного программного обеспечения для обработки полученных измерений – это цифровые нивелиры. Применение цифровых нивелиров позволяет исключить личные ошибки исполнителя и ускорить процесс измерения. Для того достаточно навести прибор на рейку, сфокусировать изображение и нажать на кнопку [3]. На смену традиционным оптическим нивелирам пришли цифровые (кодовые) нивелиры. В основе определения превышений цифровым нивелиром лежит тот же принцип, что и в классических оптических нивелирах. Задача оператора состоит в наведении оптической трубы нивелира на рейку, после чего автоматически происходит распознавание, обработка и анализ изображения, и, наконец, выдача полученного результата [4] в цифровом виде.

Опыт использования высокоточных цифровых нивелиров показывает, что применение их для установки прецизионного оборудования ограничено и требует разработки дополнительных приспособлений, а также специальных методик геодезических измерений [5].

В последнее время исследования в области применения с использованием высокоточных цифровых нивелиров для мониторинга деформации инженерных сооружений продемонстрировали необходимость дальнейшего ряда исследований, особенно точности в определении значения деформации по отношению его расстояния до рейки и влияния Солнца на точность его измерения. Также очевиден недостаток в мониторинге динамической деформации с помощью высокоточных цифровых нивелиров [5].

*Тахеометры.* В настоящее время появился в геодезическом производстве широкий спектр электронных тахеометров, отличающихся друг от друга по точностным характеристикам и выполняемым функциям. Все тахеометры можно разделить на три основные группы [6]:

Простейшие электронные тахеометры.

Ко второму типу электронных тахеометров относятся приборы среднего класса.

К третьему типу можно отнести электронные тахеометры, оснащенные сервоприводом, что позволяет выполнять автоматические измерения [7].

только один человек, находящийся непосредственно на измеряемой точке.

Современные исследования позволяют сделать выводы о преимуществе использования электронного тахеометра для мониторинга деформации инженерных объектов перед цифровым нивелиром: сокращение затрат времени на анализ результатов измерений, наличие внутреннего программного обеспечения, которое делает наблюдения более точными; данные в электронном тахеометре содержатся в карте памяти, а результаты измерений, могут быть загружены в персональный компьютер.

Наряду с преимуществами электронный тахеометр имеет и ряд недостатков: меньшая, точность определения тахеометром деформаций и осадок, невозможность вычисления коэффициента корреляции между наклонным расстоянием, горизонтальными и вертикальными углами [8, 9].

В Вене (Австрия) тахеометр использовал для определения вертикального перемещения арочного театрального потолка [10]. Основной целью мониторинга арочного театра является обнаружение в режиме реального времени вертикальных смещений потолка и реализация автоматизированного процесса сигнализации в случае превышения границ допуска.

*Наземное лазерное сканирование (НЛС).* Наземное лазерное сканирование (НЛС) - это новейшая система измерения для мониторинга деформаций инженерных сооружений [11,12]. Результатом сканирования является массив точек с известными трехмерными координатами, принадлежащими объекту [13,14]. В основу работы НЛС положен принцип измерения расстояний при помощи лазерного излучения. Технология НЛС позволяет получать в режиме реального времени трехмерные модели объектов бесконтактным методом, производить оперативный мониторинг их состояния [14,15,16].

К настоящему времени некоторые авторы провели множество исследований, выдвинули различные подходы для анализа источника ошибок диапазона наземного лазерного сканера и определения точности его результатов [5,16, 17,18,19,20, 21].

Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Однако все больше находят применение в исследовании деформаций инженерных объектов глобальные спутниковые радионавигационные системы (СРНС). В настоящее время на околоземной орбите развернуты и используются для определения координат две СРНС: GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия) с 26 и 24 спутниками соответственно. Каждый спутник имеет координаты, устройства для генерирования электромагнитных колебаний с заданными частотами и др. [22].

При использовании спутниковых методов точность координатных определений в сочетании с оперативностью получения конечных результатов определяются степенью необходимой детальности исследований, а также экономическими возможностями организации данного вида работ. Развитие высокоэффективных спутниковых методов координатных определений на основе применения глобальных навигационных систем ГЛОНАСС и GPS принципиальным образом изменяют технологию и точность определения геодезических координат, и принципы построения геодезических сетей, являющихся фактической реализацией систем координат. По результатам спутниковых измерений одновременно определяются точные значения координат, как в плане, так и по высоте [23].

В работе [24] GPS технология также была использована для определения деформации Байтового моста. В Гонконге сооружен мост, по которому осуществляются автомобильные и железнодорожные перевозки.

Заключение. В последние годы наблюдается значительный прогресс в разработке новых геодезических методов и технологий для мониторинга и анализа деформаций инженерных объектов. Следовательно, внедрение новых методов геодезических измерений должно сопровождаться и новой методикой обработки результатов измерений. Добиться максимальной эффективности, которая будет отвечать современным требованиям можно решив изначально поставленные задачи комплексно.

При наблюдении за геодезическими деформациями инженерных объектов можно использовать различные методы и приборы, в зависимости от степени необходимой точности. К примеру, цифровой нивелир, который позволяет исключить личные ошибки исполнителя, а также ускорить процесс измерения. Существуют целый ряд тахеометров, которые отличаются разной степенью точности и по выполняемым функциям, работа с ними сокращает затраты времени на анализ результатов измерений данных. В электронных тахеометрах содержится карта памяти и все результаты можно загрузить в компьютер, но вместе с тем тахеометры имеют меньшую точность при определении деформаций и осадок.

\*\*\*

1. ГОСТ 24846-81 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений».
2. Современные методы геодезических наблюдений за деформациями инженерных сооружений Б.Ф. Азаров статья
3. Gassner, G. Investigations of digital levels at the SLAC vertical comparator IWAA2004, Geneva, 2004.
4. Соболева, Е. Л. Разработка и совершенствование методики высокоточного нивелирования I, II классов с применением цифровых нивелиров [Текст]: дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук./ Е. Л. Соболева. - Новосибирск, 2008. - 186 с.
5. Ашраф А.В.А.М.Б. Разработка и совершенствование технологии определения деформаций инженерных сооружений с помощью современных высокоточных геодезических способов и средств измерений [Текст]: дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук./ А.В.А.М.Б. Ашраф -Новосибирск, 2010. - 182 с.
6. Electronic Digital/Bar-Code Levelling User Manual - Version 2. Louisiana Spatial Reference Center, Louisiana State University. Baton Rouge. - Louisiana, 2005. - 75 pp.
7. Электронные тахеометры/ компании «НАВГЕОКОМ» Режим доступа: <http://www.navgeocom.ru/catalog/taheom/index.htm>
8. Lutes, J. A. Automated dam displacement monitoring using a robotic total station // M.Sc. Thesis - Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Canada, 2002.- 141 pp.
9. Eichhorn, A. Analysis of Thermal Deformations of an Arched Theatre Ceiling // FIG Working Week 2007 Hong Kong, China, May 13-17, 2007.
10. Почему мониторинг?/ Фирма Г.Ф.К. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.gfk-leica.ru/monit/why.htm>
11. Gordon, S. Measurement of Structural Deformation using Terrestrial Laser Scanners // 1st FIG International Symposium on Engineering Surveys for Construction Works and Structural Engineering. - Nottingham, UK, 2004. 16 p.
12. Шевченко, Е. Н. Наземная лазерная сканирующая система RIEGL LMS-Z420i - новейший метод дистанционного зондирования // Наукові праці УкрНДМІ НАН УкраУни, 2008.-№2.-С. 125-131.
13. Frohlich, C. Terrestrial laser scanning — new perspectives in 3d surveying // International archives of photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, Vol. XXXVI- 8/W2, 2005.- p.7-13.
14. Reshetyuk, Y. Calibration of terrestrial laser scanners for the purposes of geodetic engineering // 3rd IAG - 12th FIG Symposium, Baden. - 2006. - 10 p.

15. Комиссаров, А.В. Методика исследования метрических характеристик сканов [Текст]: дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук./ А. В. Комиссаров-Новосибирск, 2007. - 201 с.
16. Gordon, S. J. Metric performance of a high resolution laser scanner // Proceedings of SPIE Electronic Imaging 2001 Conference. - San Jose. - California, 2001. - 11 pp.
17. Lichti, D. D. Benchmark tests on a three-dimensional laser scanning system // Geomatics Research Australasia. - 2000. - № 72. - 24 pp.
18. Fuss, B. Investigation on laser scanners // IWAA2004, CERN, Geneva, 4-7 October 2004.- pp. 1-7.
19. Zhang, Y. Accuracy evaluation of three dimensional laser range scanner based on field calibration // Proceedings of the 8th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences Shanghai. - China, 2008. - pp. 119-126.
20. Tsakiri, M. Terrestrial laser scanning for deformation monitoring // 3rd IAG - 12th FIG Symposium. - Baden, 2006. - 10 pp.
21. Tsakiri, M. Terrestrial laser scanning for deformation monitoring // 3rd IAG - 12th FIG Symposium. - Baden, 2006. - 10 pp.
22. Мизин В. Е. Совершенствование методов геодезического обеспечения мониторинга линейных объектов [Текст]: дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук./ В. Е. Мизин. - Новосибирск, 2012.-170 с.
23. М. Т. Сото Разработка методики анализа результатов геодезических измерений при наблюдении за осадками и смещениями крупных инженерных сооружений спутниковыми методами [Текст]: дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук./ М. Т. Сото - Москва 2007.-170 с.
24. Wong, K. Monitoring Hong Kong's bridges // GPS World, Vol. 12, No. 7. - 2001. - pp. 10-17.

### Колесниченко Т.В.

#### Польза и вред при применении пестицидов

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-369

#### Аннотация

В данной статье рассматривается польза и вред при внесении пестицидов почву. Говорится о необходимости их использования в сельском хозяйстве для получения урожая, а так же описываются экологические проблемы и вред для человека.

**Ключевые слова:** пестициды, почва, урожай, сельское хозяйство, сорные растения, вредители, экологические проблемы.

#### Abstract

This article discusses the benefits and harms of applying pesticides to the soil. It talks about the need to use them in agriculture to obtain a crop, as well as describes environmental problems and harm to humans

**Keywords:** pesticides, soil, crop, agriculture, weeds, pests, environmental problems.

Пестициды – это химические соединения с неоднозначной ролью. С одной стороны, пестициды помогают человечеству бороться с сорняками, паразитами, вредителями и болезнями культурных растений. Если отказаться от пестицидов, потери урожаев на планете увеличатся вдвое. В то же время некоторые пестициды представляют опасность для здоровья животных и человека: эти средства защиты растений становятся причиной массовых отравлений работников сельского хозяйства, гибели пчел, провоцируют болезни дыхательной и репродуктивной систем и даже рак. В почву пестициды попадают во всех случаях их использования. В дальнейшем определенная их часть разлагается на нетоксичные продукты в течение нескольких месяцев и не оставляет заметного негативного влияния, другая часть хранится годами и попадает в систему круговорота веществ в природе. Пестициды попадают в атмосферу при испарении, а затем выпадают с дождем, вымываются осадками или почвенной водой в глубокие подпочвенные слои, выносятся корнями растений на поверхность с почвенным раствором, в малых количествах поступают в продукты питания и снова в почву. Продолжительность этих процессов зависит от природных и антропогенных факторов, влияющих на распад пестицидов в почве. Биологические процессы



являются основными в разложении большинства пестицидов. Биологическая активность почвы определяется ее типом, генетическим слоем, рН, содержанием органического вещества, гидротермическим режимом, условиями аэрации и тому подобное. Особенности распространения почвенных микроорганизмов связаны с географией основных типов почв. По мере продвижения с севера на юг биогенность почв возрастает. Различную микробиологическую активность почв определяет температурный режим.

Скорость инактивации и разложения пестицидов зависят от типа почвы, степени его окультуренности, минерального и механического состава и др. Для окружающей среды наиболее опасны инертные и персистентные пестициды с высокой миграционной способностью. Такие препараты после проникновения в глубокие слои почвы длительное время могут сохраняться без существенных изменений.

К пестицидам, главным образом, относятся:

1. гербициды
2. инсектициды
3. фунгициды

Гербициды являются химические вещества, применяемые для уничтожения растительности. По характеру действия на растения делятся на гербициды сплошного действия, убивающие все виды растений, и гербициды избирательного действия, поражающие одни виды растений и не повреждающие другие.

Инсектициды это химические препараты, предназначенные для уничтожения вредных насекомых. Применяются при дезинсекции.

А фунгициды являются химическими веществами для борьбы с грибковыми болезнями растений, а также для протравливания семян с целью освобождения их от спор паразитных грибов. Концентраты фунгицидов токсичны для человека и животных.

Пестицид состоит из активного ингредиента, а также инертных ингредиентов. Активный ингредиент убивает вредителей, в то время как инертные ингредиенты упрощают опрыскивание и защитное покрытие обрабатываемых растений.

Первоначально активные ингредиенты извлекались из природных веществ, а в настоящее время они часто синтезируются из нефти. Кроме того, они содержат другие ингредиенты, такие как хлор, серу, фосфор, азот и бром.

Инертными ингредиентами могут быть различные вещества, такие как вода, керосин, эмульгатор, если пестицид является жидкостью. Сухие пестициды, как правило, содержат растительное вещество, например, кукурузные початки, глину или порошкообразные минералы.

До изобретения этих химических средств, методов борьбы с различными вредителями, заболеваниями и сорными растениями, в арсенале сельского хозяйства было весьма немного. С развитием химии уже в начале 20 века учёные начали создавать первые пестициды. На сегодняшний день их количество огромно – более 5000! Индустрия производства пестицидов прошла четыре поколения: хлорорганические, фосфорорганические, карбаматы и пиретроиды. Только последний класс считается безвредным для теплокровных, однако, по-прежнему весьма опасным для рыб. Поэтому его применение на полях вблизи водоёмов запрещено. Остальные классы пестицидов – токсичные химические вещества.

Существует множество классификаций пестицидов в зависимости от типа действия и направленности. Одни направлены на какой-то конкретный вид живых организмов, другие имеют более широкий спектр действия. У разных пестицидов разная степень системного воздействия на организм.

На сегодняшний день существует ряд пестицидов, отнесённых к классу стойких органических загрязнителей (СОЗ). Среди них хлорорганические и ртутьсодержащие вещества, а также производные фурана. Самые распространённые альдрин, дильдрин, эндрин, мирекс, хлордан, гептахлор, гексахлорбензол, комарами.

Важно понимать, что распространение пестицидов может охватывать очень большие территории.

Как в случае с минеральными удобрениями они негативно влияют на почвы, воду, атмосферу и живые организмы. Но в отличие от минеральных удобрений, большинство пестицидов являются ядами в чистом виде. То есть даже незначительное их поступление в организм может привести к серьёзным негативным последствиям!

Пестициды попадают в организм человека непосредственно с овощами и фруктами, в том числе с их поверхности, если плоды плохо вымыты. Из зерновых культур, так как они могут всасываться в них из почвы. Особенно эффективно они всасываются в сезон дождей. Могут пестициды попадать в организм человека с рыбой, если концентрация этих веществ в водоёме их обитания была высокой.

Попадая в организм человека пестициды способны вызвать отравление с летальным исходом. В малых дозах – это высокотоксичные канцерогены, вызывающие раковые заболевания, мутации и общее снижение иммунитета.

Если в целом говорить о негативных последствиях применения пестицидов для окружающей среды, то они проявляются в нарушении естественных микробиоценозов почвы и воды, снижению биологической и пищевой ценности продуктов питания, возникновении устойчивости у микроорганизмов и вредителей, гибели и болезням животных и человека.

Таким образом ознакомившись с классификацией пестицидов могу прийти к выводу, одной с одной стороны, пестициды помогают человечеству бороться с сорняками, паразитами, вредителями и болезнями культурных растений, и при отказе от пестицидов, потери урожая на планете увеличатся вдвое. Но и так же они являются очень опасными для организма

\*\*\*

1. Абдрашитов Р., Мухаметов С. И др. Расцвета в защите зерновых культур от сорной растительности. Агрозащита №2, 2008, март-апрель 2008, с.5
2. Мельников Н.Н., Мельникова Г.М. Пестициды в современном мире. М.: Химия, 1997.-614 с.
3. Л.А. Федоров, А.В. Яблоков. Пестициды — токсический удар по биосфере и человеку. — М.: Наука, 1999. — 462 с.
4. Ф. Бихари, А. Кадар, Д. Димитриевич, К. Биро. Химические средства борьбы с сорняками, /пер. С венг. И. Ф. Куренного; под ред. и с предисл. Н. М. Жирмунской М.- Агропромиздат.- 1986. - 413 с.

### Носуля И.С.

#### Прогнозирование возможных аварий на дамбе обвалования р. Абин в Абинском районе Краснодарского края

*Кубанский Государственный Аграрный Университет им. Трубилина  
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-370

#### Аннотация

В статье представлен прогноз возможных аварийных ситуаций на дамбе обвалования реки Абин вблизи хутора Бережной Абинского района Краснодарского края. Приведены три сценария развития чрезвычайной ситуации в случае прорыва дамбы и затопления сельскохозяйственных угодий и населенного пункта.

**Ключевые слова:** дамба обвалования, авария, прогноз, климат, сценарий, река, эрозия, затопление, ремонт, осадки, дренаж, уровень.

#### Abstract

The article presents a forecast of possible emergencies on the dam embankment of the Abin River near the Berezhnaya farm in the Abinsk region of the Krasnodar Territory. Three scenarios for the development of an emergency in the event of a dam break and flooding of agricultural land and a settlement are given.

**Keywords:** embankment dam, accident, forecast, climate, scenario, river, erosion, flooding, repair, precipitation, drainage, level.

Река Абин берёт начало на северных склонах хребта Коцехур (Лысье Горы). В верховьях — быстрая речка с прозрачной водой. У станицы Эриванская сливается с рекой Михале (Эриванкой), после чего неспешно течёт по широкому ущелью. У станицы Шапсугской принимает слева свой главный приток Адегой, а также небольшую речку Шапарка. Далее протекает через Абинск, принимает реку Вторая и впадает в Варнавинское водохранилище. Длина реки — 81 км. Площадь водосборного бассейна — 719 км<sup>2</sup>. Режим стока реки отличается крайней неравномерностью. В зимний и ранневесенний периоды он характеризуется частыми, интенсивными и кратковременными паводками. В остальное время года устанавливается устойчивая межень, прерываемая изредка дождевыми паводками. Внутригодовое распределение стока реки неравномерно. На зимний период приходится до 80-84% годового объема стока. Наиболее маловодным является осенний период, на долю которого приходится 1% годового стока.

Климат района — умеренно континентальный. Приходящие извне воздушные массы атлантического, арктического и тропического происхождения обычно бывают уже в значительной степени трансформированными и вскоре окончательно перерождающиеся в континентальный воздух умеренных широт. Наибольшее влияние на трансформацию климата оказывают близость Азовского и Черного морей, а также горная система Большого Кавказа.

Район расположения дамбы обвалования характеризуется сложными инженерно-геологическими условиями. Грунты представлены аллювиальными и озерно-лиманными глинами, а также суглинками.

Опасные явления способные инициировать аварии на гидротехническом сооружении: динамические воздействия на верховой откос;

- интенсивные атмосферные осадки;
- переувлажнение грунта низового откоса дамбы;
- ветровая и дождевая эрозия грунта низового откоса дамбы;
- температурные изменения в зимний период;
- образование локальных оползней на низовом откосе дамбы;
- отсутствие текущих и капитальных ремонтов;
- статические и динамические нагрузки;
- повышение уровня поверхности кривой депрессии;
- выход фильтрационного потока на низовой откос;
- образование продольных трещин в теле дамбы.

Прогнозируемые аварийные ситуации на гидротехническом сооружении (дамба обвалования р.Абин):

Сценарий 1. Разрушение участка дамбы обвалования на левом берегу реки Абин при потере фильтрационной прочности дамбы при прохождении паводка 3%-обеспеченности. При прохождении паводка 3% обеспеченности уровень воды в реке повышается, при отсутствии противофильтрационных элементов и дренажа, приведет к повышению кривой депрессии и скорости фильтрационного потока, в теле дамбы будет происходить суффозия. При выходе фильтрационного потока на низовой откос, в случае отсутствия наблюдений за фильтрационным потоком в теле дамбы, произойдет замокание участков откоса и появление дефектов на откосе. В совокупности с прохождением продолжительных и интенсивных атмосферных осадков, данные дефекты откоса могут привести к нарушению устойчивости низового откоса дамбы и разрушению ее участка с изливом воды на прилегающую территорию.

Сценарий 2. Образование прорана в теле дамбы обвалования на правом берегу реки Абин при потере устойчивости дамбы в период прохождения паводка 3%-обеспеченности.

Ввиду постоянных статических и динамических нагрузок от передвижения автотранспорта по гребню дамбы могут образовываться продольные трещины по линии сопряжения низового откоса и гребня в совокупности с переувлажнением грунта низового откоса (произрастание древесно-кустарниковой растительности), который в весенний период задерживает талые воды и впитывает их в грунт, произойдет оползание низового откоса дамбы. При воздействии неблагоприятных природных явлений (ливень большой интенсивности и протяженности; обильное снеготаяние) и постоянно действующими нагрузками произойдет потеря устойчивости дамбы с образованием прорана с затоплением прилегающей территории.

Сценарий 3. Перелив паводковых вод через локальные понижения гребня дамбы в период прохождения паводка 3%-обеспеченности. Так как водный поток транспортирует значительное количество твердого стока (наносов), который образуется в результате поверхностного смыва, боковой и глубинной эрозии, что в результате может привести к заилению русла реки и снижению его пропускной способности, что в период прохождения паводка 3% обеспеченности способствует повышению уровня воды в реке до критических отметок и при этом к возрастанию нагрузок на верховой откос дамбы. Под действием различных динамических и статических нагрузок возможно наличие просадочных зон по гребню дамбы, с дальнейшим переливом паводкового стока на прилегающую территорию.

В результате прорыва дамбы обвалования реки Абин затопленными окажутся значительные территории сельскохозяйственных земель, а также населенный пункт - хутор Бережной, расположенный на берегах реки. Для обеспечения безаварийной эксплуатации дамбы обвалования необходимо своевременное устранение дефектов и повреждений, возможно выполнение крепления верхового откоса дамбы обвалования.

\*\*\*

1. Логвинова М.В., Килиди Х.И. Охрана земель прибрежных ландшафтов рек // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. 2012. С. 409-410.
2. Килиди Х.И., Кузьменко В.А. Охрана прибрежных ландшафтов от техногенных воздействий// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 82. С. 647-656.
3. Папенко И.Н., Ткаченко Ю.Ю., Копытков И.В., Яценко К.В. Исследование условий формирования стока половодий и паводков в 2017 году и прогноз наводнений на реках Краснодарского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 56-67.
4. Колесниченко В.В., Колесниченко К.В., Чебанова Е.Ф. Оценка современного состояния системы обвалования нижней Кубани// Экология речных ландшафтов. Сборник статей по материалам III Международной научной экологической конференции. Ответственный за выпуск Н.Н. Мамась. 2019. С. 181-183.

### **Шестакова А.А.**

#### **Пространственный анализ распределения мерзлотных условий на территории Якутии**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения  
им. П.И. Мельникова СО РАН  
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-371

#### **Аннотация**

На основе цифровых тематических карт современного состояния мерзлотных ландшафтов Якутии масштаба 1:1 500 000 [1] проведен количественный анализ закономерностей пространственного распределения геоэкологических условий (температуры грунтов, глубины деятельного слоя, льдистости отложений, криогенных процессов) мерзлотных ландшафтов. Выявлены наиболее уязвимые и относительно устойчивые территории при современном изменении климата и антропогенных воздействиях.

**Ключевые слова:** мерзлотный ландшафт, температура грунтов, льдистость отложений, криогенные процессы, деятельный слой, цифровые карты.

### Abstract

Based on digital thematic maps of modern of the state of permafrost landscapes in Yakutia at a scale of 1:1,500,000 [1], a quantitative analysis of the regularities of the spatial distribution of geocryological conditions (soil temperature, depth of the active layer, ice content of deposits, cryogenic processes) of permafrost landscapes was carried out. The most vulnerable and relatively stable territories have been identified under modern climate change and anthropogenic impacts.

**Keywords:** permafrost landscape, soil temperature, ice content of deposits, cryogenic processes, active layer, digital maps.

Мерзлотные ландшафты представляют собой весьма уязвимые природные системы из-за наличия льда в литогенной основе и возможного его таяния при антропогенном воздействии и потеплении климата. Якутия является одним из наиболее заселенных и подверженных потеплению климата районов вечной мерзлоты.

Геокриологические условия – температура грунтов, мощность деятельного слоя, льдистость отложений и распространение криогенных процессов имеют важное значение для оценки состояния территорий с развитием вечной мерзлоты. Это необходимо для устойчивого социально-экономического развития, оценки экологического состояния территорий в условиях современных изменений климата и усиления антропогенного воздействия на природную среду.

**Температура горных пород** наиболее важная характеристика для изучения не только современного состояния ландшафтов, но и их динамики. Изменение температуры грунтов приводит к активизации криогенных процессов, что является основным критерием устойчивости ландшафтов [2]. Пространственная дифференциация температуры горных пород на территории Якутии достаточно разнообразная. Так, ландшафты с положительными температурами грунтов (немерзлотные) занимают всего 4 % территории, высокотемпературные мерзлотные ландшафты (температура от 0 до  $-20^{\circ}\text{C}$ ) занимают 22 %, среднетемпературные (от  $-2$  до  $-40^{\circ}\text{C}$ ) – 34 %, низкотемпературные (от  $-4$  до  $-60^{\circ}\text{C}$ ) – 24 % и ландшафты с очень низкими температурами (ниже  $-60^{\circ}\text{C}$ ) – 16 %.

**Мощность деятельного слоя** состоит из сезонно-талого (СТС) и сезонно-мерзлого (СМС) слоев, является одной из наиболее динамичных характеристик криолитозоны. Увеличение и уменьшение ее параметров может привести к большим изменениям в структуре ландшафтов. Якутия входит в мировую систему мониторинга за динамикой мощности деятельного слоя CALM [3]. Институт мерзловедения им. П.И. Мельникова СО РАН в течение последних 50-60 лет проводит целенаправленные наблюдения за динамикой мощности деятельного слоя на территории Якутии [4].

Анализ полученных данных по мощности деятельного слоя позволяет заключить следующее: ландшафты со значениями мощности деятельного слоя до 0,5 м занимают 5 % территории, СТС до 1 м – 36 %, СТС до 1,5 м занимают 23 %, СТС до 2 м – 22 %, СТС до 2,5 м – 10 % территории Якутии. Ландшафты со значениями мощности деятельного слоя до 3 и 3,5 м занимают незначительные территории и составляют 1 и 3 % соответственно.

Изучению **льдистости** многолетнемерзлых пород выделяется большое внимание, так как именно это свойство многолетнемерзлых пород содержать в себе ледовые включения определяет чрезвычайную ранимость мерзлотных ландшафтов. В период современного потепления климата даже небольшое нарушение ландшафта приводит к увеличению мощности деятельного слоя до верхних оголовков повторно-жильных льдов на озерно-аллювиальных отложениях, что вызывает их таяние. В дальнейшем оно сопровождается многолетним протаиванием многолетнемерзлых пород с развитием термокарста.

Наибольшее распространение на территории Якутии занимают ландшафты со слабольшедистыми отложениями (льдистость менее 0,2) – 38 % и относительно льдистыми

отложениями (льдиность 0,2-0,4) – 30 %. Наиболее льдистые ландшафты (льдиность более 0,4) характерны для 31 % рассматриваемой территории, около 0,1 % территории занято ледниками.

**Криогенные процессы** тесно взаимосвязаны с льдиностью отложений, так же, как и с поверхностными отложениями. В последние три десятилетия характерно интенсивное развитие термокарста на ледовом комплексе, оно характерно почти повсеместно на открытых и нарушенных участках, термокарсту подвержены также селитебные пространства. Многие поселения в Центральной Якутии находятся в катастрофическом положении из-за развития термокарста, темпы просадок поверхности при развитии термокарста здесь составляют до 10-15 см в год [5, 6].

Наиболее опасные процессы на территории Якутии идут в межлассном и приводораздельном слабодренированном типах местности, в этих ландшафтах характерен термокарст. В долинном и межгрядово-низинном развивается пучение наряду с морозобойным растрескиванием. Достаточно опасны с этой точки зрения также склоновый делювиально-солифлюкционный и горносклоновый делювиально-солифлюкционный типы местности, где получили развитие солифлюкция, отчасти термокарст и морозобойное растрескивание.

Выявленные наиболее уязвимые и относительно устойчивые территории послужат в дальнейшем основой для текущей оценки состояния природной среды в целях охраны природы и рационального природопользования в Республике Саха (Якутия).

\*\*\*

1. Alexander Fedorov, Nikolay Vasilyev, Yaroslav Torgovkin, Alena Shestakova,
2. Stepan Varlamov and et al. Permafrost-Landscape Map of the Republic of Sakha (Yakutia) at scale 1:1,500,000 // *Geosciences* 2018, 8, 465. doi:10.3390/geosciences8120465.
3. Fedorov, A.N., Ivanova, R.N., Park, H., Hiyama, T., Iijima, Y. 2014б.
4. Recent air temperature changes in the permafrost landscapes of northeastern Eurasia, *Polar Science*, Vol. 8, Issue 2, 114-128. doi://dx.doi.org/10.1016/j.polar.2014.02.001.
5. 3. Nelson, F.E., Shiklomanov, N.I., Christiansen, H.H., Hinkel, K.M. 2004. The circumpolar active layer monitoring (CALM) Workshop: Introduction. *Permafrost and periglacial processes*, 15, 2, 99-101. DOI: 10.1002/ppp.488.
6. Варламов С.П., Скачков Ю.Б., Скрябин П.Н. Современные изменения
7. климата и тепловой режим грунтов в естественных ландшафтах Центральной Якутии // *Материалы пятой конференции геокриологов России. Т.2. Часть 5. Региональная и историческая геокриология. Часть 6. Динамическая геокриология. Геокриологические процессы и явления. Часть 7. Литогенетическая геокриология (криолитогенез).* – М.: Изд-во МГУ, 2016. – С. 20–26.
8. Fedorov A.N., Gavriliev P.P., Konstantinov P.Y., Hiyama T., Iijima Y. and
9. Iwahana G. 2014a. Estimating the water balance of a thermokarst lake in the middle of the Lena River basin, eastern Siberia. *Ecohydrology*, Vol. 7, Issue 2, 188-196. DOI: 10.1002/eco.1378.
10. Saito H., Iijima Y., Basharin N.I., Fedorov A.N., Kunitsky V.V. 2018.
11. Thermokarst development detected from high-definition topographic data in Central Yakutia. *Remote sensing*, 10, 1579; doi: 10.3390/rs10101579.

## РАЗДЕЛ XXII. МАТЕМАТИКА

Пастухов Ю.Ф.<sup>1</sup>, Пастухов Д.Ф.<sup>1</sup>, Чернов С.В.<sup>2</sup>, Волосова Н.К.<sup>3</sup>,  
Волосов К.А.<sup>4</sup>, Волосова А.К.<sup>4</sup>

Дифференциальные уравнения связи - преобразование слоевых координат в  
присоединенных расслоенных пространствах скоростей конечного порядка

<sup>1</sup> Полоцкий государственный университет  
(Россия, Новополоцк)

<sup>2</sup> «Конструкторское бюро «Дисплей»  
(Россия, Витебск)

<sup>3</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана  
<sup>4</sup> МИИТ

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-372

**Аннотация**

В работе сформулированы и доказаны дифференциальные формулы преобразованных локальных координат в расслоении при преобразовании координат в базе расслоенного пространства скоростей.

**Ключевые слова:** гладкие многообразия, уравнения Эйлера-Лагранжа, расслоенное пространство скоростей, геометрия дифференциальных уравнений.

**Abstract**

The paper considers differential properties in the connected stratified velocity spaces of arbitrary finite order. Differential formulas of transformed local coordinates in the bundle are formulated and proved when coordinates are transformed in the base of the stratified velocity space.

**Keywords:** smooth manifolds, Euler-Lagrange equations, stratified velocity space, geometry of differential equations.

Пусть  $X_m$  -гладкое многообразие,  $T^p X_m$  - расслоенное пространство скоростей порядка  $p$  с базой  $X_m$

**Теорема 1.** Пусть  $\bar{x}^i = S^i(x_1, x_2, \dots, x_m)$ , здесь  $S: (x) \rightarrow (\bar{x})$  – гладкое отображение координат в базе  $X_m$  расслоения скоростей порядка  $T^p X_m$ ,  $p \geq \max(s, l)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , тогда выполняется равенство

$$D_i^k x^i(\bar{x}) = x^{(k)i}(\bar{x}) = \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial \bar{x}^j} x^{(k)j} + f(x, \bar{x}, \dots, \bar{x}) \quad k \geq 1 \quad (1)$$

где  $f(x, \bar{x}, \dots, \bar{x})$  - гладкая функция  $\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x}$ ,  $x = (x, \dots, x)$ ,  $\bar{x} = D_i^s \bar{x}$   $s = \overline{0, k-1}$

**Доказательство** Используем метод математической индукции. Основание индукции  $k=1$

$$D_i^1 x^i(\bar{x}) = x^{(1)i}(\bar{x}) = \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial \bar{x}^j} x^{(1)j} = \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial \bar{x}^j} x^j \quad \text{проверено. Проверим для } k=2$$

$$D_i^2 x^i(\bar{x}) = x^{(2)i}(\bar{x}) = D_i^1 \left( \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial \bar{x}^j} x^j \right) = \sum_{j=1}^m D_i^1 \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial \bar{x}^j} x^j \right) + \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial \bar{x}^j} D_i^1 x^j = \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{\partial^2 x^i(\bar{x})}{\partial \bar{x}^l \partial \bar{x}^j} x^l x^j$$

$$+ \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x = \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x + f(\bar{x}, x), \quad f(\bar{x}, x) = \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{\partial^2 x^i(\bar{x})}{\partial x^{-l} \partial x^{-j}} x x. \text{ Доказано для } k=2$$

$$D_t^k x^i(\bar{x}) = x^{(k)i}(\bar{x}) = \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x + f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k-1)})$$

Шаг индукции. Пусть

. Тогда

$$\begin{aligned} D_t^{k+1} x^i(\bar{x}) &= D_t^1 x^{(k)i}(\bar{x}) = D_t \left( \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x + f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k-1)}) \right) = \sum_{j=1}^m D_t \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x \right) + D_t(f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k-1)})) = \\ &= \sum_{j=1}^m D_t \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x \right) + \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} D_t(x) + D_t(f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k-1)})) \end{aligned} \quad (2)$$

Так как  $D_t \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x \right) = \sum_{l=1}^m \frac{\partial}{\partial x^{-l}} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x \right) = \sum_{l=1}^m \frac{\partial^2 x^i(\bar{x})}{\partial x^{-l} \partial x^{-j}} x$  и  $D_t(x) = x^{(k+1)j}$ , то преобразуем (2)

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m D_t \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x \right) + \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} D_t(x) + D_t(f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k-1)})) &= \\ = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{l=1}^m \frac{\partial^2 x^i(\bar{x})}{\partial x^{-l} \partial x^{-j}} x \right) + \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x^{(k+1)j} + \sum_{s=0}^{k-1} \sum_{j=1}^m \frac{\partial f(\bar{x}, x, \dots, x^{(s+1)})}{\partial x^{(s)j}} x &= \sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x + f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k)}), \quad 0+1 \leq s+1 \leq k-1+1=k \end{aligned} \quad (3)$$

В (3) сгруппируем слагаемые:  $\sum_{j=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} x + f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k)})$ , где

$$f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k)}) = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{l=1}^m \frac{\partial^2 x^i(\bar{x})}{\partial x^{-l} \partial x^{-j}} x \right) + \sum_{s=0}^{k-1} \sum_{j=1}^m \frac{\partial f(\bar{x}, x, \dots, x^{(s+1)})}{\partial x^{(s)j}} x$$

**Теорема 1 доказана.**

**Теорема 2.** Пусть  $x^i = S^i(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m)$ ,  $S : (\bar{x}) \rightarrow (x)$ , - невырожденное отображение координат в базе многообразия  $X_m$  расслоенного пространства скоростей порядка  $T^n X_m, n \geq \max(k, p)$ ,  $i = 1, m$ , тогда

$$\begin{aligned} \frac{\partial x^{(k)i}(\bar{x}, x, \dots, x)}{\partial x^{(p)j}} &= \begin{cases} C_k^p \cdot D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} \right), C_k^p = \frac{k!}{p!(k-p)!}, k! = \prod_{a=1}^k a, k \geq p = \\ 0, k < p \end{cases} \\ &= \varphi_p^k C_k^p \cdot D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-j}} \right), \varphi_p^k = \begin{cases} 1, k \geq p \\ 0, k < p \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

Доказательство. При  $k < p$  из Теоремы 1 следует

$$x^{(k)i}(\bar{x}, x, \dots, x) = x^{(k)i}(\bar{x}) = \sum_{l=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-l}} x + f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k-1)}) \quad k \geq 1$$

Поэтому

$$\frac{\partial x^{(k)i}(\bar{x}, x, \dots, x)}{\partial x^{(p)j}} = \frac{\partial}{\partial x^{(p)j}} \left( \sum_{l=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{-l}} x + f(\bar{x}, x, \dots, x^{(k-1)}) \right) = 0$$

При  $k \geq p$  применяем метод математической индукции. База индукции  $k = p$



$$\frac{\partial x^{(k)i}(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x})}{\partial x^{(p)j}} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \sum_{l=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(l)}} x + f(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x}) \right) =$$

Из Теоремы 1 получаем

$$= \left( \sum_{k=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(k)j}} \frac{\partial x}{\partial x} \right) + \frac{\partial f(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x})}{\partial x^{(k)j}} = \sum_{k=1}^m \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(k)j}} \delta_j^{(k)} = \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \delta_j^i = \begin{cases} 1, j=i \\ 0, j \neq i \end{cases} \text{— символ Кронекера}$$

База индукции есть. Шаг индукции. Пусть утверждение теоремы справедливо при  $k \geq p$

Пусть  $F_k^i(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x}) = x^{(k)i}(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x})$ ,  $x^{(k+1)i} = D_t(x^{(k)i}) = D_t F_k^i = \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^k \frac{\partial F_k^i}{\partial x^{(s)l}} x^{(s+1)l}$

$$\begin{aligned} \frac{\partial x^{(k+1)i}(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x})}{\partial x^{(p)j}} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^k \frac{\partial F_k^i}{\partial x^{(s)l}} x^{(s+1)l} \right) = \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^k \left( \frac{\partial^2 F_k^i}{\partial x^{(p)j} \partial x^{(s)l}} x^{(s+1)l} + \frac{\partial F_k^i}{\partial x^{(s)l}} \frac{\partial x^{(s+1)l}}{\partial x^{(p)j}} \right) = \\ &= \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^k \left( \frac{\partial^2 F_k^i}{\partial x^{(p)j} \partial x^{(s)l}} x^{(s+1)l} \right) + \frac{\partial F_k^i}{\partial x^{(s)l}} \delta_p^{s+1} \delta_j^l = \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^k \left( \frac{\partial^2 F_k^i}{\partial x^{(s)l} \partial x^{(p)j}} x^{(s+1)l} \right) + \frac{\partial F_k^i}{\partial x^{(p-1)j}} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\frac{\partial x^{(k)i}(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x})}{\partial x^{(p)j}} = \frac{\partial F_k^i}{\partial x^{(p)j}} = C_k^p D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right)$$

По предположению индукции  $\frac{\partial x^{(k)i}(\bar{x}, \bar{x}, \dots, \bar{x})}{\partial x^{(p)j}} = C_k^p D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right)$ . Поэтому, (9):

$$\begin{aligned} \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^k \left( \frac{\partial^2 F_k^i}{\partial x^{(s)l} \partial x^{(p)j}} x^{(s+1)l} \right) + \frac{\partial F_k^i}{\partial x^{(p-1)j}} &= C_k^p \left( \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^k \frac{\partial}{\partial x^{(s)l}} (D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right)) D_t^{(s)l} \right) + C_k^{p-1} D_t^{k-(p-1)} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right) = \\ &= C_k^p \left( \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^{k-p} \frac{\partial}{\partial x^{(s)l}} (D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right)) (x, \bar{x}, \dots, \bar{x}) \right) D_t^{(s)l} + C_k^{p-1} D_t^{k-(p-1)} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

$$C_k^p + C_k^{p-1} = \frac{k!}{p!(k-p)!} + \frac{k!}{(p-1)!(k-(p-1))!} = \frac{k!}{p!(k-p)!} \left( 1 + \frac{p}{k-p+1} \right) = \frac{(k+1)!}{p!(k-p+1)!} = C_{k+1}^p \quad \text{и} \quad (7)$$

Так как

$$D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right) (x, \bar{x}, \dots, \bar{x}) = \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^{k-p} \frac{\partial}{\partial x^{(s)l}} (D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right)) (x, \bar{x}, \dots, \bar{x}) D_t^{(s)l} \quad (8)$$

Учитывая равенства (7) и (8) выводим равенство для (6):

$$\begin{aligned} C_k^p \left( \sum_{l=1}^m \sum_{s=0}^{k-p} \frac{\partial}{\partial x^{(s)l}} (D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right)) (x, \bar{x}, \dots, \bar{x}) \right) D_t^{(s)l} + C_k^{p-1} D_t^{k-(p-1)} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right) &= \\ = C_k^p D_t (D_t^{k-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right)) + C_k^{p-1} D_t^{k-(p-1)} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right) &= (C_k^p + C_k^{p-1}) D_t^{k+1-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right) = C_{k+1}^p D_t^{k+1-p} \left( \frac{\partial x^i(\bar{x})}{\partial x^{(j)}} \right) \end{aligned}$$

**Теорема 2 доказана.**

\*\*\*

1. Матрица гессе по старшим производным локальной записи гладкой функции в расслоении скоростей - тензор второго ранга типа (0,2) Пастухов Ю.Ф., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Карлов М.И. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 85-2. С. 28-32.
2. Мультидифференциальный тензор ранга s типа (0,S) Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Карлов М.И. Наукосфера. 2022. № 4-1. С. 29-34.

3. Решение интегральных уравнений фредгольма с невырожденными ядрами последовательными приближениями квадратурой с десятым порядком погрешности Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 85-2. С. 21-25
4. Тензор пуассона в расслоении струй гладких функций Пастухов Ю.Ф., Пастухов Д.Ф., Карлов М.И., Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Чернов С.В. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 89-1. С. 116-127
5. Матричное решение интегральных уравнений фредгольма квадратурой с двенадцатым порядком погрешности Волосова Н.К., Волосов К.А., Волосова А.К., Карлов М.И., Пастухов Д.Ф., Пастухов Ю.Ф. Тенденции развития науки и образования. 2022. № 89-1. С. 105-112.

**Полякова И.С.**

### Умножение отрицательных чисел

(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-373

#### **Аннотация**

В статье рассмотрено умножение отрицательных чисел при условии, что минус на минус будет минус, приведено решение квадратного уравнения при этом условии и извлечении квадратного корня из отрицательного числа. Сказано о противоречии при возведении в степень отрицательных чисел, когда при четных степенях мы получаем положительные числа, а при нечетных – отрицательные. На чередовании степеней основаны знакопеременные ряды и их абсолютная и условная сходимость. Показано, что при возведении положительного числа в некоторую степень мы можем получать отрицательное число, также при возведении в некоторую степень отрицательного числа мы можем получать положительное.

**Ключевые слова:** отрицательные числа, умножение, логарифм, возведение в степень, чередование знаков.

#### **Abstract**

The article considers the multiplication of negative numbers, on condition that minus by minus will be minus, the solution of the quadratic equation under this condition and the extraction of the square root from the negative number. It is said about the contradiction when raising negative numbers to a power, when for even powers we get positive numbers, and for odd powers - negative. Alternating series and their absolute and conditional convergence are based on the alternation of degrees. It is shown that when we raise a positive number to some degree, we can get a negative number, also when we raise a negative number to some degree, we can get a positive one.

**Keywords:** negative numbers, multiplication, logarithm, exponentiation, alternation of signs

При умножении отрицательных чисел принято считать, что «минус на минус будет плюс» [1, 3]. Можно рассмотреть возможность, что «минус на минус будет минус». Но оба утверждения вызывают вопросы. Если мы считаем, что при умножении отрицательных чисел «минус на минус дает минус», то тогда возникает противоречие  $(-2)/(-2)=-1$  – число при делении само на себя дает минус единицу, а не единицу.

Если мы считаем, что «минус на минус дает плюс», то чередуются знаки степеней отрицательных чисел, что нехарактерно для математики как системы чисел. В высшей математике на чередовании знаков степеней отрицательных чисел основана условная сходимость, знакопеременные ряды, знакочередующиеся ряды, их абсолютная и условная сходимость [4].

Смушает чередование знаков степеней отрицательных чисел. Можем ли мы через раз возвращаться в положительные числа? Чередование степеней, когда мы через степень возвращается в положительные категории - это нелогично.

Может быть, легче принять, что  $(-2)/(-2)=|1|$  или и  $(-2)/(-2)=-1$  и работать только в категории отрицательных чисел, как в категории положительных, только со знаком минус.

То есть при умножении отрицательных чисел также попадать во множество отрицательных чисел.

Возможно, ошибочно принимать, что при умножении отрицательных чисел будет получаться положительное, основываясь только на абстрактном утверждении, что число (любое) при делении само на себя дает единицу:  $(-2)/(-2)=1$ .

Если принять, что «минус на минус будет минус», тогда  $\sqrt{-25} = -5$ , потому что  $(-5)^2 = -25$ . И можно извлекать корни четных степеней из отрицательных чисел.

Приведем пример решения квадратного уравнения при условии, что «минус на минус будет минус».

$$x^2 - 3x + 2 = 0;$$

$$D = (-3)^2 - 4 \cdot 2 = -9 + 8 = -1;$$

$$x_1 = (3 - 1) / 2 = 1;$$

$$x_2 = (3 + 1) / 2 = 2.$$

Формулы дискриминанта меняются в зависимости от коэффициента  $b$ .

Если  $b > 0$ , то  $D = b^2 - 4ac$ ;

Если  $b < 0$ , то  $D = b^2 + 4ac$ .

При этом мы извлекаем корень из отрицательного числа. Корни при этом квадратного трехчлена остаются неизменными.

Если считать, что минус на минус будет минус, то тогда график функции  $y = ax$ , где  $a < 0$ , будет расположен в отрицательной полуплоскости и симметричен графику  $y = ax$ , где  $a > 0$  относительно оси  $Ox$ . При этом  $(-2)^0 = -1$  [2].

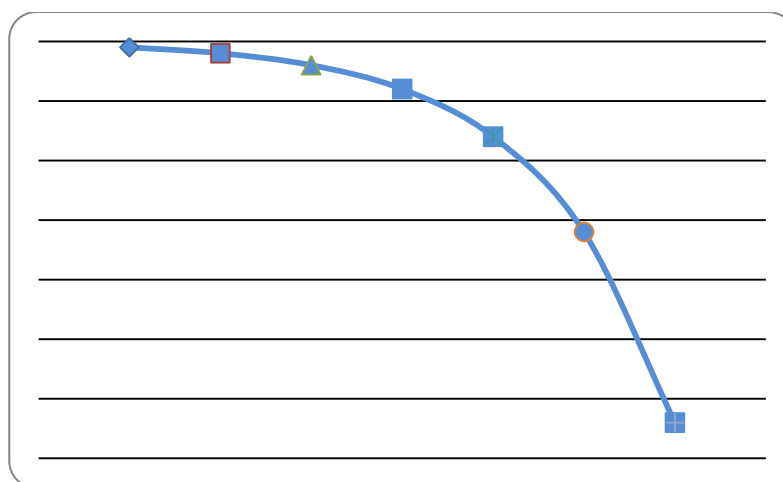


Рисунок 1 – График функции  $(-2)^x$

При этом неопределенность  $0^0 \rightarrow 1$  или  $0^0 = 1$ , это можно проверить, возведя число, близкое к нулю, в степень, близкую к нулю. Ноль, как и множество других чисел, в нулевой степени стремятся, дают единицу.

Вернемся к возведению в степени чисел разных знаков:

$$2^x = 6, \text{ тогда } x = \log_2 6.$$

$$(-2)^x = 6, \text{ тогда } x = \log(-2) 6.$$

$$2^x = -6, \text{ тогда } x = \log_2(-6);$$

$$(-2)^x = -6, \text{ тогда } x = \log(-2)(-6).$$

Может быть, отличается форма записи:

$$-(x+3) = -x-3;$$

$$(-1) \cdot (x+3) = -x-3;$$

$$-(-x-3) = x+3;$$

$$(-1) \cdot (-x-3) = -x-3;$$

$$(-3) \cdot (-x-3) = -3x-9.$$

При умножении отрицательных чисел на минус единицу, числа остаются неизменными.

Минус перед скобками меняет знаки на противоположные. А умножение на отрицательное число записывается в скобках и выполняется по правилу умножения отрицательных чисел. И в данном случае не всегда совпадает с изменением знаков на противоположные.

То есть мы можем возводить в некоторые степени и получать при этом как отрицательные, так и положительные числа. Рассмотрим возведение в степени на целочисленных примерах. При этом считаем, что минус на минус будет минус:

$$2^x = 4, \text{ тогда } x = \log_2 4 = 2.$$

$$(-2)^x = -4, \text{ тогда } x = \log(-2)(-4) = 2.$$

$$2^x = -4, x = \log_2(-4);$$

$$(-2)^x = 4, \text{ тогда } x = \log(-2)4. [5]$$

Тогда очевидно, что  $2^2=4$  и  $(-2)^2=-4$ . Но если мы рассматриваем абстрактные категории, то возможно такие выражения, как  $2^k=-4$ , то есть при возведении в некоторую степень положительного числа, можно получать отрицательное число. Как оно будет выглядеть? На этот вопрос ответит логарифм:  $2^x=-4$ ,  $x=\log_2(-4)$ . Можно этому значению поставить некоторое буквенное соответствие, например,  $2^{2\alpha}=-4$ , тогда

$$2^{2\alpha} = \log_2(-4) = \log_2(4 \cdot (-1)) = 2 + \log_2(-1), \text{ тогда } 2\alpha = 2 + \log_2(-1).$$

$$\alpha = 0,5(2 + \log_2(-1)) = 1 + 0,5\log_2(-1)$$

$$3^{3\alpha} = -27; 3\alpha = \log_3(-27) = \log_3(27 \cdot (-1)) = 3 + \log_3(-1),$$

$$3\alpha = 3 + \log_3(-1), \text{ тогда } \alpha = 1 + (1/3) \cdot \log_3(-1).$$

Каждый раз мы работаем с  $\log(-1)$ .

Также  $(-2)^x=4$ . То есть при возведении в некоторую степень отрицательного числа, можно получать положительное число. Как оно будет выглядеть? На этот вопрос ответит логарифм:  $(-2)^x=4$ ,  $x=\log(-2)4$ . Можно этому значению поставить некоторое буквенное соответствие, например:

$$(-2)^{2\beta} = 4, \text{ тогда } 2\beta = \log(-2)4 = \frac{1}{\log_4(-2)} = \frac{1}{0,5\log_2(2 \cdot (-1))} = \frac{1}{0,5(1 + \log_2(-1))}$$

Мы опять работаем с  $\log(-1)$ .

Таким образом, при возведении положительного числа в некоторую степень мы можем получать отрицательное число. Также при возведении в некоторую степень отрицательного числа мы можем получать положительное. Данные степени мы можем выражать через логарифмы, и при упрощении работать с логарифмом от минус единицы.

\*\*\*

1. Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике. – М.: АСТ, 2006. – 509 с.
2. Евграфов М. А. Аналитические функции. – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: Наука, 1968. – 472 с.
3. Мордкович, А.Г. Алгебра. 7 класс. Часть 1 / А.Г. Мордкович. - М.: Мнемозина, 2013. - 175 с.
4. Полякова И.С. Отрицательные числа и работа с ними. Минус единица. Накопление отрицательной степени. Сборник докладов: Второй Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов» (МКАП13). – Москва, 2022, С. 172-175.
5. Полякова И.С. Умножение на ноль с учетом множества совокупных чисел // Тенденции развития науки и образования, №83, Самара, 2022. ч.2. – С.95-98.

## РАЗДЕЛ XXIII. ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Леонтьева А.И., Брянкин К.В., Альмовайл Х.Г.Д.  
Совершенствование переработки жидкого углеводородного сырья

Тамбовский государственный технический университет  
(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-374

**Аннотация**

В статье изложены подходы к совершенствованию процесса деструкции углеводородного топлива. Одним из наиболее перспективных является разработка новых катализаторов, обеспечивающих увеличение выхода бензиновых фракций.

**Ключевые слова:** жидкие высокомолекулярные углеводородные сырьевые компоненты, автомобильные топлива, термокаталитический крекинг.

**Abstract**

The article outlines approaches to improving the process of destruction of hydrocarbon fuel. One of the most promising is the development of new catalysts that increase the yield of gasoline fractions.

**Keywords:** liquid high molecular weight hydrocarbon feedstocks, automotive fuels, thermal catalytic cracking.

Жидкие высокомолекулярные углеводороды являются основным сырьем для производства широкого ассортимента автомобильных топлив. Нерациональное использование углеводородного сырья вызывает поиск методов повышения глубины их переработки, одним из которых является разработка новых подходов к организации процессов деструкции жидких высокомолекулярных углеводородов, что позволит повысить степень конверсии сырья.

Существующее аппаратное оформление процессов деструкции углеводородов отличается высокой технической сложностью и стоимостью ввиду жестких термодинамических условий осуществления данного процесса, а также использованием многофункциональных катализаторов. В связи с этим актуальными являются задачи совершенствования технологии и аппаратного оформления процесса деструкции жидких углеводородов и применения эффективных катализаторов, использование которых позволит снизить энергопотребление и металлоемкость промышленных установок.

Жидкие высокомолекулярные углеводороды, являясь горючей осадочной породой, входит в особое семейство пород, называемое каустобиолитами. Каустобиолиты подразделяются на каустобиты угольного ряда и каустобиолиты нефтяного ряда или битумы.

Каустобиолиты имеют в своем составе в разном соотношении углерод, водород и кислород. В жидких высокомолекулярных углеводородах соотношение содержания углерода и водорода более уравновешено, и соотношение С/Н для нефтей обычно лежит в интервале от 6 до 6,5. В жидких высокомолекулярных углеводородах процентное содержание кислорода составляет от 0,5 до 2% масс [1, 2].

По химическому составу жидкие высокомолекулярные углеводороды представляют собой сложную смесь углеводородов и углеродистых соединений, которые кроме углерода и водорода содержат в своем составе кислород, азот, серу, металлы. Концентрации элементов в различных нефтях обычно лежат в следующих интервалах: углерод – 83-87%, водород – 12-14%, кислород, азот и сера – 1-2%, массовая доля серы достигает 6-8% масс. В составе жидких высокомолекулярных углеводородов выделяют углеводородную часть, асфальто-смолистую, парафины, серу и зольную часть.

Углеводородная часть жидких высокомолекулярных углеводородов состоит из трех групп углеводородов: метановые (алканы), нафтеновые (циклоалканы) и ароматические

(арены). Метановые углеводороды относят к предельным, насыщенным, они имеют общую формулу  $C_nH_{2n+2}$ . Алканы наиболее химически устойчивы [2].

Нафтеновые углеводороды, называемые также циклоалканами ( $C_nH_{2n}$ ), имеют замкнутые углеродные цепи. В них, как и в парафинах, все связи углерода с водородом насыщены, что формирует их химическую стабильность.

Ароматические углеводороды, называемые аренами ( $C_nH_n$ ), имеют наименьшее содержание водорода в своем составе. Структура молекулы представляет собой замкнутое кольцо с ненасыщенными связями углерод-водород, в результате арены обладают меньшей химической стабильностью и более реакционноспособны.

Асфальто-смолистая часть жидких высокомолекулярных углеводородов представляет собой темноокрашенное вещество, частично растворимое в бензине. Растворимые в бензине углеводороды – асфальтены, нерастворимые – смолы. Смолы содержат в своем составе до 93% всего кислорода, входящего в состав жидких высокомолекулярных углеводородов.

Порфирины относятся к тетрациклическим азотсодержащим соединениям органического происхождения, образовавшиеся из хлорофилла растений и гемоглобина животных. Порфирины разрушаются при температуре 200-250 °С [3].

Сера широко распространена в жидких высокомолекулярных углеводородах, содержится либо в свободном виде, либо в виде соединений (сероводород, меркаптаны). Массовая доля ее колеблется обычно в интервале от 0,1 до 5% масс.

Зольная часть жидких высокомолекулярных углеводородов представляет собой различные минеральные соединения, полученные при сжигании нефти, среди металлов в которых чаще всего содержатся железо, кальций, магний, алюминий, никель, ванадий. Встречаются также окислы натрия, бария, меди, олова, кобальта, свинца и других металлов, а также ртуть. Обнаружено [4], что жидким высокомолекулярным углеводородам различного происхождения присущи собственные металлы, что говорит об отношении их к жидким высокомолекулярным углеводородам, а не к механическим примесям.

Если углеводородная часть вещества составляет менее 50% масс., то вещество относится уже не к жидким высокомолекулярным углеводородам, а к кирам, асфальтам, асфальтитам, озокеритам, керитам, антроксолитам и т.п. Кроме углеводородов в жидких высокомолекулярных углеводородах содержатся гетероатомные соединения, или просто – гетеросоединения, а совокупность элементов, входящих в их состав – гетероэлементами. Большая часть обнаруженных в жидких высокомолекулярных углеводородах гетеросоединений относится к сернистым.

Состав жидких высокомолекулярных углеводородов складывается из нескольких серий гомологических рядов. Каждый ряд представлен несколькими группами изомеров, отличающихся строением молекул, но имеющих одинаковую эмпирическую формулу. Представители этих групп составляют непрерывный ряд гомологов, численное содержание и структура которых изменяется в зависимости от типа жидких высокомолекулярных углеводородов.

При классификации жидких высокомолекулярных углеводородов за основу берется их химический состав. Наиболее часто их подразделяют по содержанию различных углеводородов. Так выделяют метановые жидкие высокомолекулярные углеводороды, в которых содержание метановых углеводородов свыше 66%, нафтеновые, в которых нафтенных углеводородов свыше 66%, нафтенно-метановые и ароматические [5].

Классификация основывается на групповом составе нефтей. По групповому составу жидкие высокомолекулярные углеводороды разделяются на две части: углеводороды, кипящие до температуры 360 °С, и углеводороды, кипящие при температуре выше 360 °С. К первой группе относят чистые углеводородные соединения и частично гетеросоединения. Ко второй группе – гетеросоединения (кислородные, сернистые, азотистые) и в меньшей степени углеводородные.

Важным показателем для нефтей является их фракционный состав, определение которого осуществляется по разности температур кипения различных ее частей. Различают

следующие фракции жидких высокомолекулярных углеводородов: бензиновую, выкипающую при температуре до 195 °С, лигроиновую, интервал температур кипения которой составляет от 160 до 210 °С, керосиновую, кипящую от 200 до 300 °С, газойлевую, кипящую от 270 до 350 °С. Остаток после выкипания этих фракций называют мазутом, который в свою очередь подразделяют на масляную и смолистые фракции.

Жидкие высокомолекулярные углеводороды характеризуют следующими физическими свойствами: плотность, вязкость, температуры застывания, кипения, испарения, теплотворная способность, растворимость, электрические и оптические свойства, люминесценция и т.д. [6].

Важнейшее свойство жидких высокомолекулярных углеводородов – теплотворная способность.

Разведку месторождений жидких высокомолекулярных углеводородов ведут по люминесценции, свойству, которое определяет способность жидких высокомолекулярных углеводородов светиться под действием ультрафиолетового излучения. Жидкие высокомолекулярные углеводороды, относящиеся к легким, светятся голубым светом, тяжелые – бурым и желто-бурим.

Состав углеводородных фракций жидких высокомолекулярных углеводородов в зависимости от температуры кипения индивидуальных углеводородов оценивают методом их возгонки с последующей порционной конденсацией паров в интервалах температур кипения. При этом количество ступеней конденсации отогнанных паров может быть различно. Различают три разновидности метода дистилляции жидких высокомолекулярных углеводородов:

1. Простая дистилляция.
2. Дистилляция с дефлегмацией жидких высокомолекулярных углеводородов. Таким образом, достигается увеличение степени отгонки низкокипящих углеводородов.
3. Ректификация: при использовании ректификационного метода проводят возгонку паров с многократной дефлегмацией.

Методы деструкции жидких высокомолекулярных углеводородов. Простая перегонка жидких высокомолекулярных углеводородов заключается в их испарении с конденсацией полученных паров углеводородов без орошения флегмой [7].

Результативность простой перегонки жидких высокомолекулярных углеводородов зависит от их фракционного состава, давления и температуры в зависимости от рабочего давления (атмосферное или вакуум). В процессе атмосферной перегонки температура нагрева жидких высокомолекулярных углеводородов достигает 350 °С, температура отбираемых паров – 400 °С [8].

Однократная перегонка дает наименьшую четкость разделения фаз жидких высокомолекулярных углеводородов.

Получение углеводородных фракций заданного состава достигается методом ректификации, в процессе которой высококипящая и низкокипящая фракции концентрируются за счет многократного контакта потоков пара и жидкости [9-10].

В том случае, когда целевым продуктом установки ректификации жидких высокомолекулярных углеводородов является исключительно бензиновая фракция, температура подогрева жидких высокомолекулярных углеводородов в печи ограничивается 250 °С.

Избыток тепла отводят только в укрепляющей части ректификационной колонны. Избыточная энергия служит для организации потока жидкости, подаваемой на орошение контактных устройств колонны.

К каталитическим процессам, направленным на выделение из жидких высокомолекулярных углеводородов светлых углеводородных фракций, относится каталитический крекинг. Авторами [11] предложено совместное контролирование реакций, входящих в основу процесса каталитического крекинга мазута. Разработка метода

позволяющего снизить в продуктах крекинга массовую долю кокса, повысить количество получаемой бензиновой фракции за счет меньшей разницы температур сырья и катализатора.

Увеличение выхода бензиновой фракции из жидких высокомолекулярных углеводородов или тяжелых нефтяных остатков достигается также при использовании катализаторов, повышающих деструкцию нефти.

Повышение выхода бензиновой фракции в процессе каталитической деструкции жидких высокомолекулярных углеводородов достигается в некоторых случаях при использовании в качестве добавки к жидким высокомолекулярным углеводородам углеводородных соединений с различными функциональными группами (фурфурол и его производные) [12]. Такая добавка позволяет повысить выход легких углеводородных фракций из тяжелых жидких высокомолекулярных углеводородов остатков.

Отравляющее действие на катализаторы процесса крекинга оказывает наличие в жидких высокомолекулярных углеводородах серы и ее органических соединений. Для снижения концентрации серосодержащих соединений используется добавка модифицированного каолина к катализатору [13]. В результате использования такой добавки удается сократить концентрацию серосодержащих соединений.

Одним из ключевых термодинамических параметров процесса деструкции жидких высокомолекулярных углеводородов является температура. Для переработки тяжелого углеводородного сырья в более низкокипящие продукты используется предварительный нагрев сырья до температуры 380-495 оС. Такая термообработка позволяет снизить вязкость сырья, после чего высококипящую фракцию подвергают каталитическому крекингу [14].

Первым этапом переработки жидких высокомолекулярных углеводородов после очистки от воды и минеральных примесей является первичная атмосферно-вакуумная перегонка. В результате такой перегонки получают бензиновую фракцию, характеризующуюся низким октановым числом, керосин, дизельное топливо, вакуумный газойль, мазут, масло и гудрон [15].

Повышение октанового числа бензиновой фракции достигается за счет риформинга с использованием платиново-ренийевых катализаторов на гамма-оксиде алюминия, в присутствии или без водорода [16].

Для повышения эффективности процесса каталитического крекинга используют смешение мазута с более легким вакуумным газойлем. Крекинг такой смеси проводят с использованием цеолитсодержащих алюмосиликатных катализаторов [17].

Таким образом, можно выделить основные направления совершенствования работы установок каталитического крекинга:

- изменение конструкций оборудования;
- разработка новых и усовершенствование действующих катализаторов крекинга;
- подбор сырья для каталитического крекинга;
- применение активаторов разной природы для сырья и катализаторов;
- математическое моделирование процессов каталитического крекинга нефтяных фракций;
- предварительная активация сырья компонентами разной природы.

\*\*\*

1. Бойко, Е. В. Химия нефти и топлив / Е. В. Бойко // Изд-во УлГТУ. - 2007. – 60 с.
2. Богомолов, А. И. Химия нефти и газа / Богомолов А.И., Гайле А.А., Громова В.В. – СПб.: Химия, 1995. – 448 с.
3. Баннов, П. Г. Процессы переработки нефти. Часть 1 / П.Г. Баннов. Москва: ЦНИИТЭнефтехим, 2000. - 224 с.
4. Кондратьев, А. А. Технология нефти и газа, вып.2 – Уфа: УфНИ, 1971 – с.154-156.
5. Кондратьев, А. А. Химия и технология топлив и масел, №11 – М.: РГУНиГ им. И.М. Губкина, 1973 – с.34-37.



6. Гурвич, Л. Г. Научные основы переработки нефти / Л.Г. Гурвич. 3-е изд. исп. и доп. – М.Л.: Гостоптехиздат, 1940. – 542 с.
7. Бондаренко, Б. И. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа / Б.И. Бондаренко. – М.: Химия, 1983. - 128 стр., ил.
8. Доссо Уэй. Разработка технологии глубокого обезвоживания и обессоливания тяжелых высоковязких нефтей / Уэй Доссо. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Москва, Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина, 2016. – 133 с.
9. Integrated heat exchange on crude oil and vacuum columns : US Pat. №4087354 / May 2, 1978.
10. Crude oil distillation process : US Pat. №4082653 / April 4, 1978.
11. Method and apparatus for fractionating multi-component feeds : US Pat. №4082653 / May 27, 1975.
12. New technologies targeting changing feeds, products challenges // Oil & Gas Journal. – 2008. – 106. – № 37. Приложение «Processing Technology» – Р. 8-11.
13. Хаджиев, С.Н. Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах / Хаджиев С.Н. – М.: Химия, 1982. - 280 с.
14. Yang, G. The supercritical fluid extractive fractionation and characterization of heavy oils and petroleum residua / G. Yang, R.A. Wang // Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 22, 1999, pp. 47–52.
15. Zhao, S. Systematic characterization of petroleum residua based on SFEF / S. Zhao, Z. Xu, Ch. Xu, K. H. Chung, R. Wang // Fuel 84, 2005, pp. 635–645.
16. Zhao, S. The Chemical Composition of Solubility Classes from Athabasca Bitumen Pitch Fractions / S. Zhao, Kotlyar, L. S., Woods, J.R., Sparks, B. D., Gao, and Chung, K. H. // Petroleum Science and Technology, Vol. 21, Nos. 1 & 2, pp. 183–199, 2003.
17. Хаджиев, С. И. Опыт работы и пути интенсификации установок каталитического крекинга. Тем. обзор. М., ЦНИИТЭнефтехим, 1978. 80 с.

**Суфиянов Р.Ш.**

### **Присадки к моторным маслам**

*Бронницкий филиал ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»  
(Россия, Бронницы)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-375

#### **Аннотация**

Основу современных моторных масел составляют базовые масла, которые в зависимости от состава, подразделяются на минеральные, полусинтетические и синтетические. Для улучшения свойств моторных масел в базовые масла добавляют самые различные присадки, которые усиливают положительные свойства базовых масел с приданием им определенных свойств.

**Ключевые слова:** моторные масла, присадки, типы присадок, состав присадок, импортозамещение.

#### **Abstract**

The basis of modern motor oils is base oils, which, depending on the composition, are divided into mineral, semi-synthetic and synthetic. To improve the properties of motor oils, a variety of additives are added to base oils, which enhance the positive properties of base oils, giving them certain properties.

**Keywords:** motor oils, additives, types of additives, composition of additives, import substitution.

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) представляет собой сложный механизм, в котором многие детали находятся в постоянном контакте и движении. В ДВС химическая энергия сгорания топлива преобразуется в механическую энергию движения поршней. Коленчатый и распределительный валы, поршни, клапаны, шатуны, подшипники, втулки и другие комплектующие служат для передачи этой механической энергии на колеса автомобиля.

В процессе эксплуатации данные узлы испытывают большие тепловые и механические нагрузки, в том числе на них действуют силы трения. Для снижения этих нагрузок применяются моторные масла, циркулирующие в системе смазки ДВС.

К моторным маслам относятся масла, используемые для смазывания поршневых ДВС. По назначению они подразделяются на масла для дизельных двигателей, для бензиновых двигателей и универсальные (для дизелей и бензиновых ДВС). Основу современных моторных масел составляют базовые масла, которые в зависимости от состава, подразделяются на минеральные, полусинтетические и синтетические.

Для улучшения свойств моторных масел в базовые масла добавляют самые различные присадки, которые усиливают положительные свойства базовых масел с приданием им определенных свойств [1].

#### *Детергентно-диспергирующие присадки (ДДП)*

Данные присадки, предназначены для обеспечения чистоты деталей двигателя, придавая маслу детергентно-диспергирующие свойства. При этом, чем выше детергентно-диспергирующие свойства масла:

- тем большее количество нерастворимых соединений (продуктов сгорания) может удерживаться в работающем масле без отложения на деталях;
- тем меньше нагара и лакообразных соединений образуется на деталях;
- тем выше допустимая температура эксплуатации двигателя.

В качестве ДДП используют сульфонаты, алкилсалицилаты и фосфонаты кальция или магния, а также рациональные сочетания этих присадок друг с другом и с беззольными дисперсантами-присадками [2].

Действие ДДП заключается в их адсорбции на поверхности нерастворимых частиц с образованием обволакивающих оболочек углеводородными радикалами, входящими в состав ДДП.

Еще одним важным полезным свойством ДДП, особенно при использовании топлив, содержащих серу, является повышение щелочности масел, что способствует нейтрализации кислот, образующихся из продуктов горения топлива.

#### *Антифрикционные присадки*

Антикоррозионные присадки (АКП) служат для защиты антифрикционных материалов. Они образуют на их поверхностях защитные пленки. В качестве антикоррозионных присадок к маслам добавляют [3]: осерненные масла, осерненные эфиры рицинолевой и олеиновой кислот, сульфиды алкилфенолов, фосфиты (эфиры фосфористой кислоты), а также тиофосфорные присадки, содержащие одновременно серу и фосфор. Все эти вещества создают защитную пленку на деталях.

#### *Противоизносные присадки (ПИП)*

Действие ПИП основано на том, что при их использовании в результате взаимодействия полярных групп молекул масла с поверхностью металла, на поверхностях деталей образуется адсорбированная пленка масла. Сила трения, процесс изнашивания и износ зависят от прочности этой пленки. В качестве ПИП применяются: жирные спирты, амиды, сложные эфиры, соединения фосфора и другие соединения, образующие химическую связь с поверхностью металла [2].

#### *Противозадирные (ПЗП)*

Адсорбционные пленки, образующиеся на поверхностях деталей, при высоких нагрузках и температурах, могут разрушаться, и трущиеся детали могут слипаться, «свариваться» друг с другом. Для предотвращения этих аварийных ситуаций добавляют ПЗП, которые в местах наивысшего трения и воздействия высоких температур, разлагаются с выделением химических веществ, образующих на трущихся деталях хемосорбционную прочную пленку. В качестве ПЗП находят применение: дисульфид молибдена, фторопласт, "Тефлон", ПТФЭ, РТФЕ, графит и др.[4].

#### *Антиокислительные присадки (АОП)*

Окисление моторного масла может происходить в тонких пленках масла на поверхностях деталей под воздействием высоких температур, возникающих при трении и контакта масла с горячими газами, образующимися при горении топлива. При этом во внутренних полостях двигателя, которые заполнены масляными парами, окисление происходит интенсивнее.

Возрастание скорости окисления происходит ввиду наличия в масле металлоорганических соединений меди, железа и других металлов, которые являются катализаторами окисления. Эти соединения образуются в результате коррозии деталей и в результате их контакта с органическими кислотами.

Для повышения стойкости моторных масел окислению к ним в качестве АОП добавляют диалкил- и диарилдитиофосфаты цинка, которых, в большинстве случаев, комбинируют с беззольными антиокислителями.

#### *Вязкостные присадки (ВП)*

Вязкостными называют присадки, которые улучшают вязкостно-температурные характеристики масел. Масла с данным типом присадок отличаются хорошими пусковыми и антифрикционными свойствами. Для них являются характерными – небольшая вязкость при низких температурах, а также обладание хорошими смазывающими свойствами при высоких температурах. В качестве ВП применяются различные полимерные соединения: полиизобутилен, полимет-акрилаты, полимеры виниловых эфиров, полиалкил-Стиролы и др. [5].

#### *Депрессорные присадки (ДП)*

Добавление ДП уменьшает температуру застывания моторного масла. Это достигается адсорбцией ДП на кристаллы парафина, содержащего в моторном масле, в результате которой образуются непрочные кристаллические решетки, не нарушающие его подвижность. К ДП относят: алкилнафталины, алкилфенолы и другие полимерные продукты [6].

#### *Противопенные присадки (ПП)*

Склонность к пенообразованию уменьшается введением ПП. Их действие обусловлено снижением прочности поверхностных пленок, разделяющих жидкую фазу (моторное масло) от газовых пузырьков, формирующих пену. Их вводят вместе с моющими присадками, т.к. моющие присадки увеличивают пенообразование. В качестве ПП используются силиконовые масла- полиметилсилоксаны и некоторые другие полимеры.

Порядка четверти состава в современных моторных маслах занимают присадки. На мировом рынке в сфере производства присадок работают несколько крупных компаний, среди них: Afton Chemical, Chevron Oronite, Infineum и Lubrizol. Следует также отметить, что порядка 80% моторных масел производится за рубежом [7].

В результате введенных против нашей страны санкций существенно снизилась доля поставляемых в нашу страну импортных присадок. И в этой связи перед отечественными производителями встала задача импортозамещения этой продукции.

В России действуют предприятия, разрабатывающие и выпускающие присадки к моторным маслам. Среди них ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», ООО «ЛЛК-Интернешнл», а также независимые компании: НПП «Квалитет», ООО «Пластнефтехим» и ряд других организаций. Но для повышения эффективности их работы необходимы модернизация испытательной базы с созданием специализированного испытательного центра с последующим его интегрированием в международные системы сертификации [8].

Отрадным является и тот факт, что в нашей стране начинаются реальные процессы замены санкционной продукции и это относится к рынку присадок к моторным маслам. В частности, первая партия антиржавейных присадок была выпущена подмосковным Производственным объединением «Тонкий органический синтез» (ПО «ТОС») в рамках развития импортозамещения [9].

1. Присадки к моторным маслам: типы и назначение. Электронный ресурс: [https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n\\_id=4863](https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=4863).
2. Моторные масла. Электронный ресурс: <https://extxe.com/11856/motornye-masla/>.
3. Присадки к маслам. Электронный ресурс: <https://lektsii.com/1-25503.html>.
4. Присадки. Типы, назначение, причины использования, эффекты. Электронный ресурс: <https://suprotec.ru/suprotek-stati/prisadki-dlya-avtomobilya-tipy-naznachenie-prichiny-ispolzovaniya-effekty/>.
5. Вязкостные присадки. Электронный ресурс: <http://neohim71.ru/vyazkostnye-prisadki>.
6. Какими бывают функциональные присадки. Электронный ресурс: <https://gtoil.ru/materials/articles/kakimi-byivayut-funkcionalnyie-prisadki>.
7. Рынок моторных масел 2022. Что теперь покупать? Электронный ресурс: [https://dzen.ru/media/koleso\\_ru/rynok-motornyh-masel-2022-cto-teper-pokupat-62ce686f63f88417d76abce7](https://dzen.ru/media/koleso_ru/rynok-motornyh-masel-2022-cto-teper-pokupat-62ce686f63f88417d76abce7).
8. Данилов А.М., Овчинников К.А., Бартко Р.В. Задачи и практические результаты импортозамещения в области присадок к топливам и смазочным маслам. Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/zadachi-i-prakticheskie-rezultaty-importozamesheniya-v-oblasti-prisadok-k-toplivam-i-smazochnym-maslam/viewer>.
9. Импортозамещающие присадки для машинных масел начали выпускать в Подмосковье. Ведомости. 10 августа 2022 г. Электронный ресурс: [www.vedomosti.ru](http://www.vedomosti.ru).

## РАЗДЕЛ XXIV. КОСМОЛОГИЯ

Кошман В.С.

## Космологическое расширение Вселенной: причина и время возникновения реликтового излучения

Пермский государственный аграрно-технологический университет  
(Россия, Пермь)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-376

**Аннотация**

В работе приведены аргументы в пользу коренных особенностей электромагнитного поля Вселенной. Оно возникло как продукт термоядерных реакций в период от планковского времени до первых сотен секунд расширения Вселенной с охлаждением.

**Ключевые слова:** модели Вселенной, физические законы, абсолютно черное тело, физика звезд, планковские величины, термоядерные реакции.

**Abstract**

The paper presents arguments in favor of the fundamental features of the electromagnetic field of the Universe. It arose as a product of thermonuclear reactions in the period from Planck time to the first hundred seconds of the expansion of the Universe with cooling.

**Keywords:** models of the Universe, physical laws, absolutely black body, physics of stars, Planck magnitudes, thermonuclear reactions.

*« ...долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путем чистой дедукции можно получить картину мира»*

*А. Эйнштейн*

Гидравлика, как известно, включает в себя гидростатику и гидродинамику. Основы гидростатики были заложены во времена господства геоцентрической модели Вселенной. Где – то 2270 лет тому назад Архимед расшифровал закон плавания тел в капельной жидкости, сконструировал планетарий. Достаточно было повернуть рукоятку, чтобы Солнце и планеты пришли в движение вокруг Земли с возможностью наблюдать солнечное затмение [1]. В эпоху Возрождения Леонардо да Винчи проводил эксперименты по гидравлике, сформулировал вопрос: почему в узких сечениях река течет быстрее, а в широких медленнее. Ответить на этот вопрос удалось лишь в XVIII веке, когда в стенах Российской академии наук были заложены основы гидродинамики. Оказалось, что для описания движения капельных жидкостей, а также газов с малыми скоростями достаточно знания закономерностей гидравлики, а при больших скоростях движения газа, когда проявляется свойство сжимаемости, необходимо учитывать и законы термодинамики. Длительное время человек даже не догадывался о движении Вселенной. Прошли столетия прежде чем пришло осознание того, что космологическое расширение Вселенной – это самое грандиозное газодинамическое течение в природе.

Фундаментальные физические постоянные (мировые константы)  $G_H$ ,  $c$ ,  $h$  и  $k_B$  в уравнениях гидравлики отсутствуют, но имеют непосредственное отношение к описанию природных явлений гравитации и теплового излучения. Прецизионные эксперименты показали, что гравитационная постоянная  $G_H$  есть обязательный сомножитель в аналитическом выражении установленного И. Ньютоном (1687 г.) закона всемирного тяготения  $F_{гп} = G_H \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$  [1]. Постоянная Планка  $h$ , постоянная Больцмана  $k_B$  и скорость света в вакууме  $c$  (около 300 000 км/с) присутствуют в формуле Планка  $\frac{du_\epsilon}{dv} = \frac{8\pi h v^3}{c^3} \frac{1}{e^{h \cdot v / k_B \cdot T} - 1}$ , а также в законе

(уравнении) Стефана – Больцмана для объемной плотности энергии фотонного излучения  $u_\epsilon = \frac{U_\epsilon}{V} = \frac{8\pi^6}{15} k \left(\frac{k}{ch}\right)^3 T^4$  [2 и др.]. Удивительно, но первое из выражений воспроизводит установленный на опыте ход колоколообразной кривой спектра излучения абсолютно черного тела, а второе отвечает величине площади под кривой спектра на координатной площади  $\frac{du_\epsilon}{dv} - \nu$ . Здесь  $\nu$  – частота электромагнитных волн, изменяющаяся в пределах от нуля до бесконечности:  $0 < \nu < \infty$ ; а  $T$  – температура излучения, которая в каждом случае своя.

Обобщая результаты описания физических явлений гравитации и теплового излучения, М. Планк [3] (1899 г.) установил естественные единицы измерения (планковские величины) длины  $L_{pl} = \left(\frac{G_H \cdot h}{c^3}\right)^{\frac{1}{2}} = 10^{-35}$  м, массы  $m_{pl} = \left(\frac{c \cdot h}{G_H}\right)^{\frac{1}{2}} = 5,56 \cdot 10^{-8}$  кг, времени  $t_{pl} = \left(\frac{G_H \cdot h}{c^5}\right)^{\frac{1}{2}} = 1,38 \cdot 10^{-43}$  с и температуры  $T_{pl} = \left(\frac{h \cdot c^5}{k_B^2 \cdot G_H}\right)^{\frac{1}{2}} = 3,5 \cdot 10^{32}$  К. Мировые константы  $G_H$  и  $c$  заложены в фундамент общей теории относительности (ОТО) А. Эйнштейна, которая позволила а) отказаться от гелиоцентрической системы мира, б) выйти на модели расширяющейся Вселенной (А.А. Фридман, 1922 г. и др.) и «горячей» Вселенной (Г.А. Гамов, 1946 г.), в) установить значимость планковских величин для описания истока расширения Вселенной [4], г) принять за рабочий инструмент [5]:

$$G_H = \frac{L_{pl}^3}{m_{pl} \cdot t_{pl}^2}; \quad c = \frac{L_{pl}}{t_{pl}}; \quad h = \frac{m_{pl} \cdot L_{pl}^2}{t_{pl}} \quad \text{и} \quad k_B = \frac{m_{pl} \cdot L_{pl}^2}{t_{pl}^2 \cdot T_{pl}}. \quad (1)$$

Результаты астрономических наблюдений подтвердили (Э. Хаббл, 1929 г.) предсказание теории о нестационарности Вселенной. В 1930 – е годы было показано, что теория Ньютона также свидетельствует в пользу явления расширения Вселенной. При исследовании мировых уравнений Эйнштейна Фридман исходил лишь только из одного предположения – Вселенная в целом однородна. Согласно законам Ньютона для модели однородной шарообразной Вселенной [6 и др.]:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{1}{6\pi \cdot G_H \cdot t^2}. \quad (2)$$

Здесь  $\rho$  - объемная плотность массы гравитационного поля Вселенной, а  $t$  - космологическое время. Примечательно, что при иной величине численного множителя уравнение (2) получено [7] и в ОТО для модели Вселенной заполненной излучением. Более того, с учетом закона Стефана – Больцмана показано, что температура излучения  $T$  и космологическое время  $t$  связаны соотношением [там же, с. 113]:

$$T = \left(\frac{45 \cdot \hbar^3 \cdot c^5}{32\pi^3 \cdot G_H \cdot k_B^4 \cdot f}\right)^{1/4} \frac{1}{t^{1/2}}, \quad (3)$$

где  $\square$  – весовой множитель, принимающий «во внимание, что может существовать несколько видов излучения». Формулы (2) и (3) не опровергают их главный вывод о нестационарности Вселенной.

В числе реальных свидетельств реальных событий космологического прошлого Вселенной сегодня и фотонный, и барионный реликты. Содержание теоретического предсказания реликтового фотонного излучения, в частности, выражается словами [8]: «В ходе космологического расширения излучение охлаждается, но не исчезает и в результате сохраняется в мире вплоть до нашей эпохи». При реконструкции пути выхода на числовое значение температуры фотонного реликта, в частности, выделены [там же] закон Стефана – Больцмана и уравнение адиабаты газа фотонов:  $V \cdot T^3 = \text{const}$ , согласно которому при расширении Вселенной температура излучения  $T$  падает по закону:

$$T \propto \frac{1}{R}. \quad (4)$$

Необходимо понять физический смысл той уникальной космологической информации, которую несет нам реликтовое излучение и которую природа долго скрывала от исследователей. Известны предположения по вопросам причины и времени его возникновения.

Является ли реликтовое излучение естественным продуктом весьма ранних термоядерных реакций?

Для естествознания в традиции решать физические задачи на основе объективных законов природы. Звезды, как целое, представляют собой отдельную термодинамическую систему, состояние которой можно описать небольшим набором усредненных параметров, если не задаваться целью одновременно строить детальные модели их внутреннего строения [9]. Важно то, что источником энергии, излучаемой звездами, являются термоядерные реакции в их ядрах, где водород превращается в гелий и где производится поток чернотельного фотонного излучения. Если давление газа фотонов  $p_{\text{эс}} = \frac{b_1 \cdot k_B^4}{c^3 \cdot h^3} T_c^4$  на поверхности сферы ядра звезд принять равным гравитационному давлению  $p_{\text{гс}} = b_2 \frac{G_H \cdot M^2}{R_{\text{пов}}^4}$ , то можно выйти на формулы [10] для температуры ядра звезды

$$T_c = T_{\text{пл}} \left( \frac{M}{m_{\text{пл}}} \right)^{1/2} \frac{L_{\text{пл}}}{R_{\text{пов}}}, \quad (5)$$

а также его радиуса

$$R_c = L_{\text{пл}} \frac{\rho_{\text{пл}}}{\rho} \left( \frac{T_{\text{пов}}}{T_{\text{пл}}} \right)^2. \quad (6)$$

Здесь  $\rho$  - объемная плотность массы звезды, а  $\rho_{\text{пл}}$  - планковская плотность массы. Расшифровывая закодированную в уравнении (5) фразу, отметим, что температура  $T_c$  в центрах звезд прямо пропорциональна корню квадратному из их массы и обратно пропорциональна радиусу их наружной поверхности. Аналогичное можно отметить и в отношении формулы (6).

Приведем пример вычисления. Ближайшей к Земле звездой является Солнце, его параметры определены. Известны числовые значения планковских величин [11], температура ядра Солнца  $T_c = 1,5 \cdot 10^7 \text{ K}$  и его радиус  $R_c = (0,2... 0,25)R_{\text{пов}}$  [12 и др.], а также необходимые для вычисления параметры [13]. Принимаем числовые значения:  $L_{\text{пл}} = 1,61 \cdot 10^{-35} \text{ м}$ ,  $m_{\text{пл}} = 2,17 \cdot 10^{-8} \text{ кг}$ ,  $T_{\text{пл}} = 1,41 \cdot 10^{32} \text{ К}$ ,  $\rho_{\text{пл}} = 2,15 \cdot 10^{97} \text{ кг/м}^3$ , массы  $M = 1,98 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ , радиуса поверхности  $R_{\text{пов}} = 6,98 \cdot 10^8 \text{ м}$ ,  $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$  и температуры поверхности  $T_{\text{пов}} = 5780 \text{ К}$ . По результатам вычисления имеем  $T_c = 2,7 \cdot 10^7 \text{ К}$  и  $R_c = 415 \text{ м}$ . Наблюдается согласие с известным результатом по температуре  $T_c$  и полное отсутствие согласия в количественной оценке величины  $R_c$ . Тем не менее, пожалуй, имеем разумный результат, который позволяет, как и ожидалось, прийти к суждению: термоядерные реакции неразрывно связаны с производством фотонов.

Реликтовое излучение имеет спектр излучения абсолютно черного тела. Годы исследования привели к числовому значению температуры  $T_n = 2,725 \pm 0,002 \text{ К}$  [2].

Характеристики/параметры Вселенной очень трудно измерить, но можно, не искажая содержание выделенных выше объективных закономерностей видоизменить форму их представления. При обобщении, с учетом космологической нагрузки мировых констант (1):

- закон всемирного тяготения [11]:

$$F_{\text{пр}} = G_H \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = F_{\text{ПЛ}} \frac{m_1 \cdot m_2}{m_{\text{ПЛ}}^2} \left( \frac{L_{\text{ПЛ}}}{r} \right)^2; \quad (7)$$

- формула Планка для спектра излучения абсолютно черного тела [14 и др.]:

$$\frac{du_{\text{э}}}{dv} = \frac{8\pi h v^3}{c^3} \frac{1}{e^{h \cdot v / k_B \cdot T} - 1} = \frac{U_{\text{эПЛ}}}{V_{\text{пл}} \cdot v_{\text{пл}}} \left( \frac{v}{v_{\text{пл}}} \right)^3 \frac{1}{e^{T_{\text{пл}} \cdot v / v_{\text{пл}} \cdot T} - 1}; \quad (8)$$

- закон Стефана – Больцмана для объемной плотности энергии чернотельного излучения

$$u_{\text{э}} = \frac{U_{\text{э}}}{V} = \frac{8\pi^6}{15} k \left( \frac{k}{ch} \right)^3 T^4 = \frac{U_{\text{эПЛ}}}{V_{\text{ПЛ}}} \left( \frac{T}{T_{\text{ПЛ}}} \right)^4; \quad (9)$$

- закон падения температуры во Вселенной

$$\frac{T}{T_{\text{ПЛ}}} = \frac{1}{f^{1/4}} \left( \frac{t_{\text{ПЛ}}}{t} \right)^{1/2}, \quad (10)$$

где  $\square$  суть некоторая функция. На этапе  $t_{PL} \cong 10^{-43} \text{ с} \lesssim t \leq t_n \cong 10^{17} \text{ с}$  спектр фотонного излучения сохраняет свою форму, а вид закона всемирного тяготения (7), похоже, говорит о резервах теории гравитации Ньютона в решении физических задач глубинного прошлого Вселенной.

Отметим и уравнение для числа фотонов в единице объема Вселенной  $n_\varepsilon = \frac{N_\varepsilon}{V} = \frac{2,404}{\pi^2} \left( \frac{k_B \cdot T}{c \cdot \hbar} \right)^3$  [15], или  $n_\varepsilon = \frac{N_\varepsilon}{V} = \frac{1}{V_{PL}} \left( \frac{T}{T_{PL}} \right)^3$  [14 и др.], что позволяет выйти на интегральную физическую величину  $V \cdot T^3$  (в ее однозначной связи с числом фотонов  $N_\varepsilon$ ):

$$V T^3 = N_\varepsilon \cdot T_{PL}^3 \cdot V_{PL}. \quad (11)$$

Здесь три независимые величины, но на момент окончания термоядерных реакций число переменных в уравнении снижается до двух (объем  $V$  и температура  $T$ ), поскольку в дальнейшем численность группировку ныне реликтовых фотонов сохраняется. При  $N_\varepsilon = \text{const}$  формула (11) дает уравнение адиабаты  $V T^3 = \text{const}$ , а также соотношение (4):  $T \propto R^{-1}$ , ранее полученные [8] иным методом. Вместе с тем, по известным оценкам, в объеме наблюдаемой сферы Вселенной радиусом  $R_n = 8,8 \cdot 10^{26} \text{ м}$  содержится реликтовых фотонов  $N_{\varepsilon n} = 1,36 \cdot 10^{89}$  и реликтовых барионов  $N_{bn} = 9 \cdot 10^{79}$ . Следуя соотношению (11), при  $R_n = 10^{27} \text{ м}$ ,  $T_n = 1 \text{ К}$ ,  $L_{PL} = 10^{-35} \text{ м}$  и  $T_{PL} = 10^{32} \text{ К}$  имеем число реликтовых фотонов  $N_{\varepsilon n} = 10^{90}$ . Тогда барион - фотонное отношение  $\eta_n = \frac{N_{bn}}{N_{\varepsilon n}} = \frac{10^{80}}{10^{90}} = 10^{-10}$ . По мнению С. Вайнберга [2, с. 209], интерес представляют те конкретные модели, в которых «значения  $\eta$  желаемого порядка  $5 \times 10^{-10}$  возникают вполне естественным образом». Если следовать (10), то при  $\square = f_\alpha = 1$ ,  $t_{PL} = 10^{-43} \text{ с}$ ,  $T_{PL} = 10^{32} \text{ К}$  температура термоядерных реакций  $T_\alpha = 10^{10} \text{ К}$  [16] была достигнута при возрасте Вселенной порядка  $t_\alpha = f_\alpha t_{PL} \left( \frac{T_{PL}}{T} \right)^2 = 10^{-43} \left( \frac{10^{32}}{10^{10}} \right)^2 = 10 \text{ с}$ . Согласно известным оценкам, период ядерных реакций завершился при возрасте Вселенной порядка 100 секунд [там же].

Объективные закономерности (8), (9) и (11) неразрывно связаны с миром фотонов, с абсолютно черным телом. Гипотеза: при расширении Вселенной с охлаждением присущее ей абсолютно черное тело возникло сразу же вслед за планковским мгновением времени  $t_{PL}$ . Своему появлению реликтовое излучение обязано упомянутому в работе [17] каскаду термоядерных реакций. По мере естественного распада нестабильных элементарных частиц, с ростом их числа в материальном мире царил хаос, но силы всемирного притяжения  $F_{пр}$  стягивали локальные островки рассеянных в пространстве барионов (строительный материал звезд) к их центрам. Результаты проделанной работы налицо, поскольку представлены и звездами, и их скоплениями, и скоплениями галактик. Они и сегодня, как и ранее, в общем порыве, наряду с реликтовыми фотонами, движутся по радиусам мировой сферы от ее центра к периферии. Возможно, во времена  $0 < t < t_{PL}$ , говоря словами автора [6], формировался весь тот набор физических закономерностей и числовые значения фундаментальных мировых постоянных, которые и обусловили ход ее последующей эволюции. Эпиграф принят по данным работы [6, с. 107].

\*\*\*

1. Вавилов С.И. Исаак Ньютон: 1643 – 1727. М.: Наука. 1989. – 271 с.
2. Вайнберг С. Космология / пер. с англ. М.: УРПС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2013. – 608 с.
3. Планк М. О необратимых процессах излучения // М. Планк. Избранные труды. М.: Наука. 1975. С. 191 - 233.
4. Новиков И.Д. Инфляционная модель ранней Вселенной // Вестник РАН. 2001. Т. 71. № 10. С. 886 – 895.
5. Цвибах Б. Начальный курс теории струн / пер. с англ. М.: Едиториал УРСС, 2011. – 784 с.
6. Гусейханов М.К. Основы космологии: учебное пособие. СПб.: Лань. 2022. – 192 с.
7. Девис П. случайная Вселенная / пер. с англ. М.: Мир. 1985. – 160 с.
8. Чернин А.Д. Как Гамов вычислил температуру реликтового излучения, или немного об искусстве теоретической физики // УФН. 1994. Т. 164. №8. С. 889 – 896.



## РАЗДЕЛ XXV. МЕХАНИКА

Рыбников А.В.

## Повышение эффективности буксировки судов

Военный учебно-научный центр ВМФ «Военно-морская академия»  
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-377

**Аннотация**

В статье предлагается устройство (буксирный клюз), предотвращающее перетирание троса от продольных и поперечных перемещений при буксировке судна в сложных штормовых условиях.

**Ключевые слова:** буксирный клюз, роульсы, продольные и поперечные перемещения, кнехты, канаты, буксировка судна.

**Abstract**

The article proposes a device (tow clew) that prevents the cable from rubbing from longitudinal and transverse movements when towing a vessel in difficult storm conditions.

**Keywords:** tow clew, rolls, longitudinal and transverse movements, bollards, ropes, towing of the vessel.

Под буксировкой судов и различных плавучих средств понимают их перемещение за счет использования тяги  $F$  другого судна (рис.1).



Рисунок 1. Буксировка судна.

Комплекс механизмов и судового оборудования, необходимых для этого, называется буксирным устройством.

Элементы буксирного устройства на судах появились еще в глубокой древности. Уже в XVII в. в портах во время швартовых операций использовались буксиры. В начале XX в. появились первые паровые суда, основным назначением которых была буксировка несамоходных и парусных судов.

В современных условиях при выполнении различных задач, суда могут находиться в любой точке Мирового Океана вдали от своих баз постоянного базирования. На рис.2 показан фрагмент (пример) географической карты с обозначением базы судна корабля (г. Мурманск) и район рыболовецкого промысла (г. Конакри, Гвинейская республика).



Рисунок 2. Фрагмент географической карты.

Расстояние в милях «туда-обратно» около 6 000 миль. В целях экономии моторесурса главных двигателей (работающих на винт) и топлива суда в район Центральной Атлантики, как правило, буксируют суда обеспечения (буксиры, танкеры ...). При движении своим ходом со скоростью 10 узлов израсходуется примерно 20% моторесурса двигателя (только на переход) (2).

В целом современное буксирное устройство сохраняет традиционный состав. Совершенствуются лишь отдельные элементы для повышения безопасности буксирных операций, сокращения затрат ручного труда, улучшения экономических показателей.

В состав буксирного устройства входят:

- канаты - гибкие связи, с помощью которых буксирующее судно соединяется с буксируемым;
- кнехты - двойные цилиндрические тумбы для закрепления буксирного каната на судне и восприятия действующего натяжения;
- держатели буксирного каната - приспособления для надежного закрепления на буксируемом судне каната, а также для безопасной его отдачи как под нагрузкой, так и при ее отсутствии;
- клюзы - конструкции, обеспечивающие изменение направления каната и беспрепятственный проход его через корпусные конструкции;
- вьюшки - механизмы, обеспечивающие хранение, травление и выбирание ненагруженного каната;
- бункеры - деревянные решетчатые площадки для хранения каната.

Буксирное устройство должно обеспечивать эффективную и безопасную буксировку судов и плавучих объектов с учетом возможных неблагоприятных воздействий. Работа его элементов не должна быть сопряжена с риском для обслуживающего персонала. Все конструкции и механизмы буксирного устройства должны быть надежными и прочными, рассчитанными на продолжительную эксплуатацию в морских условиях и предохранять буксирный канат от преждевременного износа, особенно при нахождении кораблей в сложных штормовых условиях. При обрыве буксирного троса в шторм или на волнении, завести его повторно без риска для экипажа – невозможно. На рис.3 показано судно в шторм.



Рисунок 3. Судно в шторм.

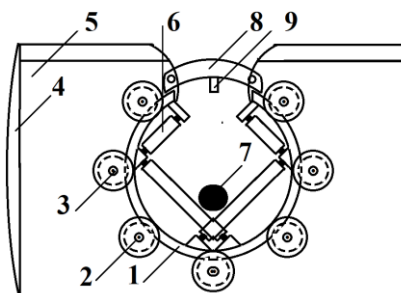
Анализ показал, что при длительных буксировках на волнении не обеспечивается сохранность буксирного троса, который перетирается из-за поперечных перемещений в клюзе. Существующие конструкции клюзов несовершенны с точки зрения гашения волновых колебаний буксирных тросов.

Основную роль здесь играют продольные перемещения, а вертикальные составляющие периодических перемещений точек крепления буксирного каната при качке судов, как показывают расчеты, хотя и незначительно, но изменяют натяжение каната, что особенно опасно при длительных буксировках.

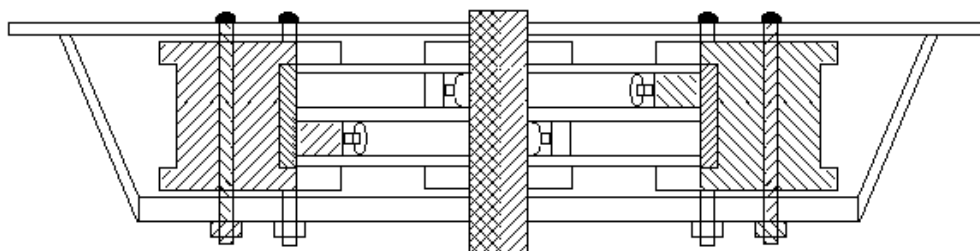
В данной статье предлагается устройство, предотвращающее перетирание троса от продольных и поперечных перемещений.

На рис.4,5,6 представлена схема конструкции, обеспечивающей снижение сил трения при перемещении в клюзе в продольном и поперечном направлениях, что предотвращает возможность его перетирания и обрыва. Достигается это тем, что скоба клюза выполнена

поворотной, так как опорой для нее служат ролики, оси которых закреплены на корпусе судна, а на скобе установлены роульсы, причем их оси перпендикулярны друг другу.



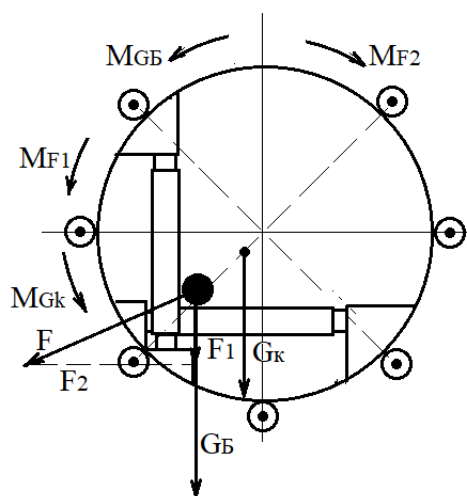
**Рисунок 4.** Схема буксирного клюза. Вид спереди  
1-скоба клюза, 2-ролики, 3-ось ролика, 4-фальшборт, 5-кожух, 6-роульсы, 7-канат, 8-наметка, 9-ограничитель



**Рисунок 5.** Схема разреза буксирного клюза.

Устройство буксирного клюза состоит из скобы, опирающейся на ролики, которые установлены на корпусе судна на осях между фальшбортом и кожухом в форме в виде скобы. На внутренней стороне скобы расположены под прямым углом роульсы, по которым проходит буксирный канат. Клюз снабжен наметкой с ограничителем в нижней части.

Буксирный клюз работает следующим образом. При травлении и выбирании каната лебедкой роульсы вращаются, предотвращая перетирание каната в продольном направлении. При возникновении поперечного усилия, например при рыскании, создается момент сил, разворачивающий скобу клюза вместе с роульсами и канатом, уравновешиваемый суммой моментов от силы тяжести каната, от силы трения буксирного устройства и от силы тяжести корпуса судна. При этом канат остается неподвижным относительно роульсов, что предотвращает его перетирание в поперечном направлении. Для предупреждения опрокидывания скобы служит ограничитель.



**Рисунок 6.** Распределение моментов сил в буксирном клюзе.

MF1 – момент сил разворачивающих скобу,  
MF2 – момент от силы трения в буксирном устройстве,  
MGб – момент сил от тяжести каната,  
MGк – момент сил от тяжести корпуса корабля.

Таким образом, данное устройство предотвращает перетираание буксирного каната, предупреждает преждевременный износ и отвечает требованиям, которые предъявляются к буксирным устройствам.

На основе данного технического предложения разработано буксирное устройство предотвращающее перетираание буксирного троса от продольно-поперечных перемещений (авторское свидетельство № 1796539)(1).

\*\*\*

1. Козюков Л.В., Рыбников А.В. Авторское свидетельство. Федеральный институт промышленной собственности. г. Москва, № 1796539.
2. Шевченко О.Г., Рыбников А.В., Белогорцев Е.П. «Особенности эксплуатации судовой энергетической установки (ЭУ) в тропических условиях». Сборник Материалов 8-й Международной НТК, СПб, 2019 г.

## РАЗДЕЛ XXVI. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Васин А.В., Лайша А.К., Попов И.Н, Колобов М.А.

## Выбор и оптимизация основных компонентов и параметров вторичных источников питания для интеллектуальных транспортных средств

*Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева  
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-378

**Аннотация**

В этой статье описываются шаги, которые могут быть предприняты для ускорения разработки вторичных источников питания для интеллектуальных транспортных средств. Представлены основные этапы проектирования импульсного синхронного повышающего DC/DC преобразователя, который в конечном итоге может быть использован в автомобильной промышленности. В результате можно дешево и быстро спроектировать источник питания любых топологий и мощностей с учетом требований к габаритным размерам, электромагнитной совместимости и тепловым условиям эксплуатации.

**Ключевые слова:** повышающий DC/DC преобразователь, моделирование, проектирование, эффективность импульсных преобразователей.

**Abstract**

This article describes the steps that can be taken to accelerate the development of secondary power supplies for intelligent vehicles. The main stages of designing a pulsed synchronous step-up DC/DC converter, which can eventually be used in the automotive industry, are presented. As a result, it is possible to design a secondary power supply of any topologies and capacities cheaply and quickly, taking into account the requirements for overall dimensions, electromagnetic compatibility and thermal operating conditions.

**Keywords:** step-up DC/DC converter, modeling, design, efficiency of pulse converters.

Повышающий DC/DC преобразователь, разрабатываемый в рамках представленного проекта, должен соответствовать следующим граничным требованиям:

Основные электрические характеристики:

Входное напряжение:  $V_{IN} = 9-16V$ ; Максимальный входной ток:  $I_{max}=15A$ ; Выходная мощность:  $P_{OUT} = 204W$ ; Выходное напряжение:  $V_{OUT} = 34V$ ; Максимальный выходной ток:  $I_{OUTmax} = 6A$ ; Уровень пульсаций выходного напряжения: не более 150 мВ; КПД: не менее 96% при мощности 216 Вт.

Требования к электромагнитной совместимости:

Соответствие стандарту CISPR 25 для оборудования класса 5 (электромагнитное излучение).

Конструктивные особенности:

Минимально возможные габаритные размеры; Работа в условиях повышенной температуры окружающей среды (от +80 до -40).

Как видно из приведенного выше технического задания, требования к разрабатываемому DC/DC преобразователю высоки.

Выбор силовых выключателей и рабочей частоты преобразователя.

Описанный в статье DC/DC преобразователь выполнен, как уже было сказано выше, в соответствии с повышающей топологией. Для преобразования энергии была выбрана компромиссная частота переключения 400 кГц, средняя в возможном рабочем диапазоне частот контроллера LM5122. Выбор частоты оправдан потерями на МОП-транзисторах, так как чем выше частота преобразователя, тем больше потерь на ключах мы имеем.

Потери на силовых транзисторах можно разделить на два типа: статические и динамические. Статические потери обусловлены сопротивлением транзисторного канала и оказывают существенное влияние на общие потери на низких частотах переключения. Динамические потери, в свою очередь, вызваны переходными режимами, в которых транзистор работает при переходе из открытого состояния в закрытое и обратно.

В качестве силовых ключей было выбрано 7 вариантов. Их рассеиваемая мощность была получена путем моделирования в программном обеспечении PSpice на различных частотах. По результатам моделирования в качестве ключей использовались компактные автомобильные 60-вольтовые МОП-транзисторы IAUC120N06S5L032 от Infineon в пластиковом корпусе PG-TDSON-8-34 размером 5×6 мм, характеризующиеся низким сопротивлением канала в открытом состоянии R<sub>DS(on)</sub>, низким тепловым сопротивлением R<sub>th(j-c)</sub>. Все это позволяет значительно снизить мощность, рассеиваемую блоком питания на ключах преобразователя[1].

Частота переключения выбрана на уровне 400 кГц в качестве компромисса с точки зрения электромагнитных помех. На рисунке 3 показано, как изменяется спектр кондуктивных помех в зависимости от рабочей частоты преобразователя.

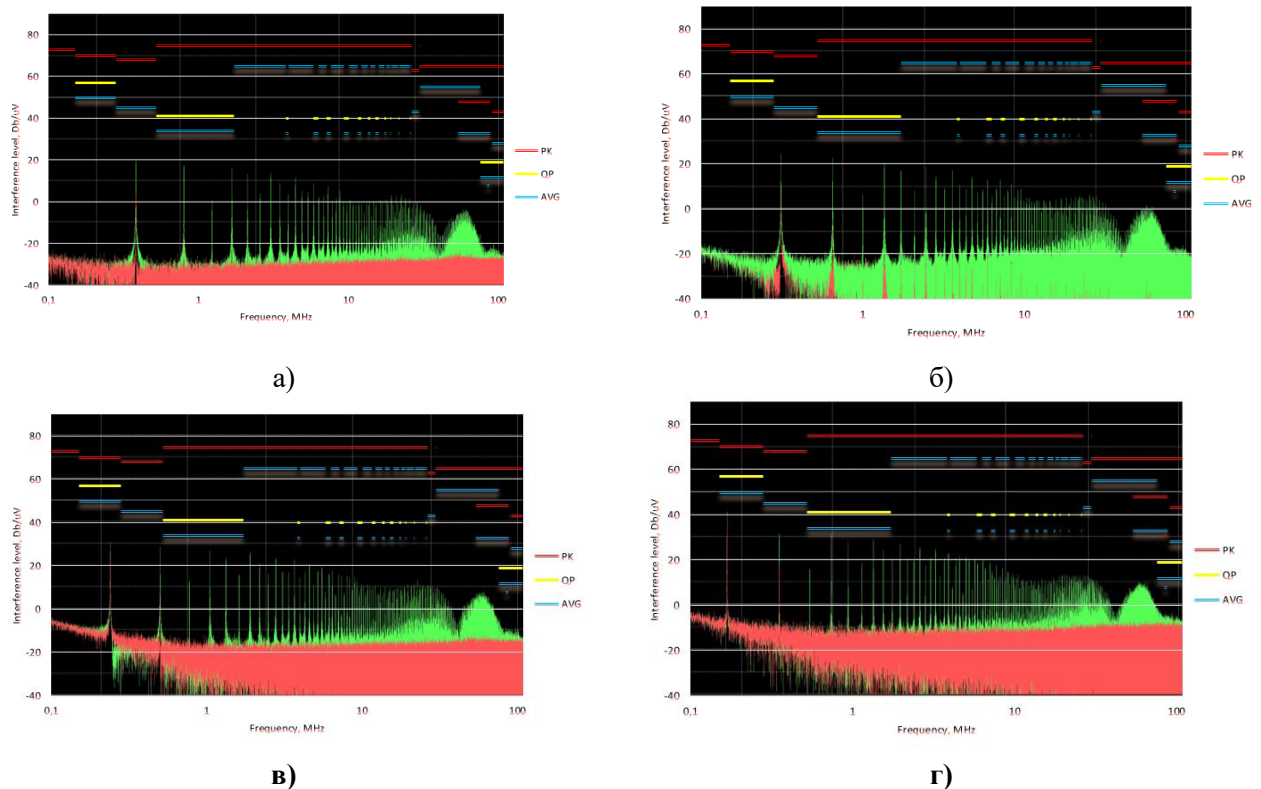


Рисунок 3. Спектр проводящих помех (красные - синфазные, зеленые – дифференциальные) с частотой преобразования 500 кГц (рисунок а), 400кГц (рисунок б), 300кГц (рисунок в), 200кГц (рисунок г)

Как видно из полученного спектра синфазных и дифференциальных помех, при уменьшении частоты преобразователя помехи увеличиваются.

Выбор основного силового дросселя.

Для расчета мощности дросселя выбирается пульсация тока в дросселе на уровне 40% от номинального тока преобразователя. Дроссель, отвечающий требованиям проектирования, можно быстро, легко и точно выбрать с помощью онлайн-платформы REDEXPERT Würth Elektronik.

В качестве примера на рисунке 4 показан вид окна выбора дросселя с помощью программы REDEXPERT.

В этом случае экранированный дроссель от Würth Elektronik был выбран для минимизации собственного излучения ЭМИ. При этом дроссель 7443091120 от Würth Elektronik был выбран потому что он оптимален как по нагреву, так и по габаритным размерам.

Дроссель 7443091120 имеет номинальную индуктивность 1,2 мкГн и рассчитан на рабочий ток до 34 А и характеризуется крайне низким значением сопротивления постоянного тока RDC – всего 0,42 мОм. Кроме того, этот дроссель имеет довольно низкие потери постоянного и переменного тока. Благодаря современной технологии производства, он имеет чрезвычайно компактные размеры, составляющие всего 14,5×13,5×10,7 мм [2].

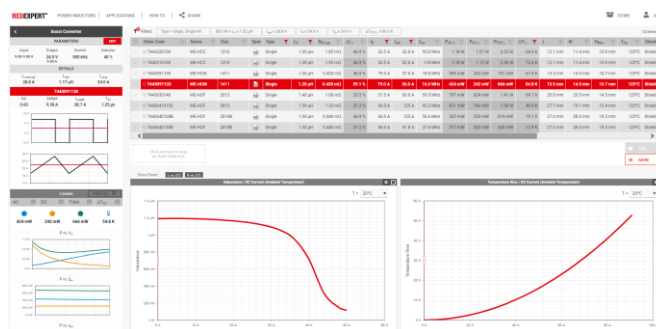


Рисунок 4. Выбор дросселя питания в окне программы REDEXPERT

Тепловой анализ печатной платы.

Тепловой анализ ключей питания проводился в программном обеспечении ANSYS ICEPAK. По результатам расчета потерь на транзисторах, входном фильтре, силовом дросселе, который был выполнен в программном обеспечении PSpice, получен тепловой градиент распределения тепла на печатной плате (рис. 5). Для активного охлаждения печатной платы использовалась металлическая основа на основе алюминия 1100, используемая в качестве радиатора

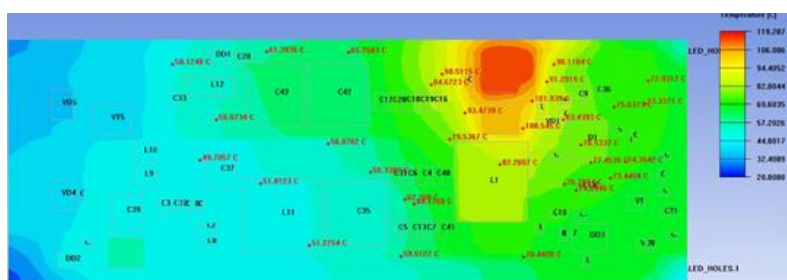


Рисунок 5. Изображение распределения тепла печатной платы в ANSYS ICEPAK.

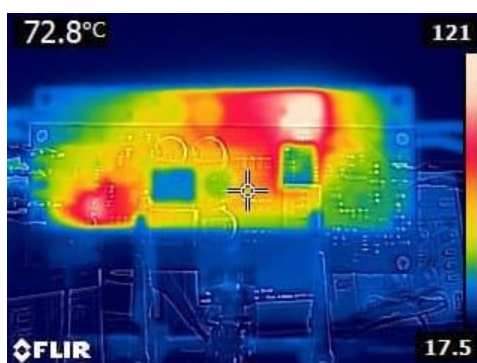


Рисунок 6. Измерение тепла печатной платы с помощью тепловизора.

В целом, при мощности 204 Вт самая горячая точка на плате расположена на верхнем транзисторе и составляет 121 градус, что является приемлемым результатом. Температура нагрева входного фильтра преобразователя составляет приблизительно 50 градусов. Для дальнейшего снижения температуры необходимо увеличить площадь радиатора, что приведет к увеличению стоимости изделия[3].

\*\*\*

1. Р. Ридли, Проектирование источника питания, том 1: Управление, Ridley engineering, Inc., 2012.
2. С. Чандер, П. Агарвал и И. Гупта, «Проектирование, моделирование и симуляция преобразователя постоянного тока», Материалы конференции 2010 г. IPES, 2010 г., стр. 456-461.
3. Ю.Ф. Лю и Х. Лю, «Последние разработки в области стратегий цифрового управления для импульсных преобразователей мощности постоянного тока», протокол 6-й Международной конференции IEEE по силовой электронике и конференции по управлению движением, стр. 307-314, май 2009 г.

## РАЗДЕЛ XXVII. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Логвинчук Т.М.

### Расчетное количество и формы витаминов группы В для обогащения растворимых чайных напитков

НИИПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
(Россия, пос. Измайлово)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-379

#### Аннотация

В статье представлена информация в части требований к уровню содержания витаминов группы В в составе растворимых чайных напитков, позволяющих гарантировать соответствие критериям их отнесения к категории обогащенных указанными витаминами. Приведены ссылки на актуальные нормативные документы, регламентирующие требования к обогащенной пищевой продукции.

**Ключевые слова:** растворимые чайные напитки, обогащение, витамины группы В, уровень содержания, суточная физиологическая потребность.

#### Abstract

The article provides information regarding the requirements for the level of B vitamins in the composition of instant tea drinks, which guarantee compliance with the criteria for their classification as enriched with these vitamins. Links to current regulatory documents regulating the requirements for fortified food products are provided.

**Keywords:** Instant tea drinks, enrichment, B vitamins, content level, daily physiological need

**Введение.** Современные масштабные эпидемиологические исследования доказывают, что потребление чая является элементом здорового питания: у лиц, ежедневно выпивающих две и более чашки чая в день, независимо от генетической изменчивости метаболизма кофеина, отмечается более низкий риск смертности относительно лиц, реже потребляющих этот напиток [1].

Мониторинг микронутриентной обеспеченности населения, проводимый ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», свидетельствует о том, что для рациона населения нашей страны характерен сочетанный недостаток не одного, а нескольких витаминов группы В [2,3], которые, как было показано в ряде исследований, функционально взаимосвязаны между собой и другими витаминами [4]. На этом основании целесообразно обогащать пищевую продукцию массового потребления не одним-двумя витаминами, а полным комплексом витаминов группы В.

**Результаты и их обсуждение.** Отдельные теоретические этапы работы, выполняемой в рамках темы «Разработка технологии обогащенных многокомпонентных растворимых чайных напитков с применением растительного сырья», в части выбора растительного сырья и микронутриентов представлены в публикациях [5] и [6].

Сведения, изложенные во введении, послужили достаточно убедительным аргументом в пользу принятия решения о разработке растворимых чайных напитков, обогащенных комплексом витаминов группы В, включающим витамины В1 (тиамин), В2 (рибофлавин), В3 (ниацин), В5 (пантотеновая кислота), В6 (пиридоксин), В7 (биотин), В9 (фолиевая кислота), В12 (цианокобаламин).

При обогащении напитков необходимо учитывать физико-химические свойства витаминов (в первую очередь, их растворимость в воде и температуру растворения, т.к. чайный напиток для непосредственного употребления в пищу готовится путем растворения сухого продукта в горячей кипяченой воде), представленные в таблице 1.



Таблица 1

## Растворимость витаминов группы В в воде, г/100 г [7].

Витамин	Растворимость в 100 г воды	Температура растворения, °С
В1 (тиамин)	100	15-25
В2 (рибофлавин)	0,010	25
	0,230	100
В3 (ниацин)	100	15-25
В5 (пантотеновая кислота)	14,5	15-25
В6 (пиридоксин)	22	15-25
В7 (биотин)	0,02	25
В9 (фолиевая кислота)	0,001	0
	0,050	100
	Нерастворима при pH* < 5	–
В12 (цианкобаламин)	1,2	15-25
*pH - активная кислотность		

Как видно из данных таблицы 1, растворимость витаминов группы В существенно колеблется: от 1 мг и 10 мг, соответственно, витаминов В9 (фолиевой кислоты) и В2 (рибофлавина) до 100 г витамина В1 (тиамина) или В3 (ниацина) в 100 г воды; витамин В9 (фолиевая кислота) при pH < 5 не растворяется.

Содержание обогащающих компонентов, в том числе витаминов, должно удовлетворять требованиям актуальных нормативных документов к обогащенной пищевой продукции [8,9,10,11].

При этом в соответствии с критериями отнесения пищевого продукта к категории обогащенных витаминами пищевых продуктов, приведенными в приложении № 20 к документу [10], усредненная суточная порция обогащенного чайного напитка, в которой должно содержаться от 15 % до 50 % витаминов от нормы физиологической потребности, составляет 300 мл.

На основании этих сведений установлено расчетное количество и формы витаминов группы В в суточной порции растворимого чайного напитка, приведенные в таблице 2. Уровень витаминов в конечном продукте соответствует 25 % от суточной физиологической потребности (СФП) для взрослых.

Таблица 2

## Содержание витаминов в суточной порции (300 мл) растворимого чайного напитка.

Витамин, ед. изм.	СФП [11]	Содержание витаминов в суточной порции чайного напитка в пересчете на форму витамина
В <sub>1</sub> (тиамин), мг	1,5	0,48 мг тиаминхлоридгидрохлорида
В <sub>2</sub> (рибофлавин), мг	1,8	0,45 мг рибофлавина
В <sub>3</sub> (ниацин) (экв.), мг	20	5 мг никотинамида
В <sub>5</sub> (пантотеновая кислота), мг	5	1,36 мг пантотената кальция
В <sub>6</sub> (пиридоксин), мг	2,0	0,60 мг пиридоксингидрохлорида
В <sub>7</sub> (биотин), мкг	50	12,5 мкг биотина
В <sub>9</sub> (фолат), мкг	400	100 мкг фолиевой кислоты
В <sub>12</sub> (цианкобаламин), мкг	3,0	0,75 мкг цианкобаламина

Следующий этап работы будет посвящен непосредственно разработке рецептур обогащенных растворимых чайных напитков. При этом процентное содержание комплекса витаминов группы В в их составе будет рассчитываться исключительно на основании данных, представленных в таблице 2.

**Заключение.** Сведения, изложенные в статье, обеспечивают получение информации в части требований к уровню содержания витаминов группы В в составе растворимых чайных напитков, позволяющему гарантировать соответствие критериям отнесения указанных напитков к категории обогащенных витаминами.

Подготовка рукописи статьи проведена за счет средств субсидии на выполнение научно-исследовательской работы в рамках темы № 0410-2022-0002.

\*\*\*

1. Inoue-Choi M, Ramirez Y, Cornelis MC, Berrington de González A, Freedman ND, Loftfield E. Tea consumption and all-cause and cause-specific mortality in the UK Biobank : A prospective cohort study. *Ann Intern Med.* 2022. Aug 30. DOI: 10.7326/M22-0041.
2. Коденцова, В. М., Вржесинская, О. А., Рисник, Д. В., Никитюк, Д. Б., Тутельян, В. А. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы // *Вопросы питания.* – 2017. – Т. 86. – № 4. – С. 113–124.
3. Коденцова, В. М., Погожева, А. В. Группы риска множественного дефицита витаминов и минеральных веществ среди населения // *Клиническое питание и метаболизм.* – 2020. – Т.1 – №3. – С. 137–143.
4. Вржесинская, О. А., Леоненко, С. Н., Коденцова, В. М., Бекетова, Н. А., Кошелева, О. В., Сокольников, А. А. и др. Эффективность коррекции дефицита витамина D в зависимости от обеспеченности крыс витаминами группы B // *Вопросы питания.* – 2021. – Т. 90. – № 2. – С. 91–99. DOI: 10.33029/0042-8833-2021-90-2-91-99.
5. Логвинчук, Т. М. Выбор растительного сырья для создания многокомпонентных растворимых чайных напитков // *Тенденции развития науки и образования.* – 2022. – №83. Часть 2. – С.83-87. DOI: 10.18411/trnio-03-2022-67.
6. Логвинчук, Т. М. Выбор микронутриентов – витаминов и минеральных веществ для разработки обогащенных растворимых чайных напитков // *Тенденции развития науки и образования.* – 2022. – №84. Часть 1. – С.136-138. DOI: 10.18411/trnio-04-2022-35.
7. Справочник биохимика: Пер. с англ./ Досон З., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. – М.: Мир, 1991. – 544 с., ил.
8. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [Текст] : ТР ТС 021/2011, утв. Реш. Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 880 : введ. в действие с 01.07.2013.
9. ГОСТ Р 55577-2013. Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности [Текст]. – Введ. 2015–01–01. – М.: Стандартиформ, 2014. – 24 с.
10. СанПиН 2.3.2.2804-10 «Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27.12.2010 № 177.
11. Методические рекомендации «Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [Текст] : МР 2.3.1.0253-21, утв. 22.07.2021 г. : введ. в действие с 22.07.2021. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2021. – 72 с.

Урубков С.А.

### Применение экспандированного сырья в безглютеновых зерновых батончиках

НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»  
(Россия, пос. Измайлово)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-380

#### Аннотация

Целью исследования являлось определение содержания основных пищевых веществ в экспандированном безглютеновом зерне с целью его применения при разработке зерновых батончиков для детей старше трёх лет, а также глютена в разрабатываемых зерновых батончиках. Объектом исследования являлось экспандированное зерно безглютеновых культур: пшеница, рис, гречиха, амарант и киноа. Полученные данные по содержанию основных пищевых веществ в экспандированном зерне безглютеновых культур указывают на перспективы разработки безглютеновой продукции в виде зерновых батончиков для детей старше трёх лет, а отсутствие глютена будет способствовать безопасному улучшению обеспеченности нутриентами растительного происхождения больных с различными формами непереносимости глютена.

**Ключевые слова:** безглютеновая продукция, дети старше трёх лет, зерновые батончики, непереносимость глютена, экспандированное зерно.

#### Abstract

The aim of the study was to determine the content of the main nutrients in the expanded gluten-free grain in order to use it in the development of grain bars for children over three years old,

as well as gluten in the developed grain bars. The object of the study was the expanded grain of gluten-free crops: millet, rice, buckwheat, amaranth and quinoa. The data obtained on the content of the main nutrients in the expanded grain of gluten-free crops indicate the prospects for the development of gluten-free products in the form of cereal bars for children over three years old, and the absence of gluten will contribute to a safe improvement in the provision of plant-based nutrients to patients with various forms of gluten intolerance.

**Keywords:** gluten-free products, children over three years old, grain bars, gluten intolerance, expanded grain.

### **Введение**

Исследования по разработке продуктов питания для детей - это одно из приоритетных направлений государственной концепции в области здорового питания населения РФ. Проблема здорового питания детей особенно в дошкольных и школьных учреждениях имеет не только медицинское, но и большое социальное значение, так как является определяющим фактором всего их последующего развития.

Болезни органов пищеварения вследствие непереносимости определённых пищевых компонентов занимают существенное место в структуре заболеваний детского возраста. Распространённость непереносимости глютена оценивается примерно в 6% от общей численности населения, включая самую сложную форму глютеновой энтеропатии – целиакию [1, 2]. Диетотерапия является единственным способом лечения больных с пищевой непереносимостью глютена [1].

Популярной пищевой продукцией для потребителей дошкольного и школьного возраста являются концентраты в виде сухих завтраков и злаковых батончиков, представляющие собой продукты готовые к употреблению, как правило, без дополнительной кулинарной обработки, изготовленные из зерна различных злаков, а также обладающими определёнными функциональными свойствами. Поэтому такая группа продукции как зерновые батончики является удобной моделью для создания на их основе специализированных пищевых продуктов для детей старше трёх лет.

Разработка зерновых батончиков, состоящих из различного безглютенового зернового сырья с добавлением овощных или плодовых компонентов и их регулярное потребление позволят снизить дефицит белков и жиров растительного происхождения, увеличит поступление в организм пищевых волокон и биологически активных веществ, содержащихся в зерновых продуктах.

Целью данного исследования является изучение перспективы применения экспандированного безглютенового сырья, при разработке в зерновых батончиков, предназначенных для детей старше трёх лет с непереносимостью глютена.

### **Объекты и методы исследования**

В исследовании применялось экспандированное зерно пшеницы, риса, амаранта, киноа - страна произрастания Россия.

Содержание основных пищевых веществ определялось стандартными методами исследования. Определение глютена в продуктах проводили согласно МУК 4.1.2880-11

### **Результаты и обсуждения**

В качестве основных ингредиентов для разрабатываемых зерновых батончиков было выбрано экспандированное зерно таких безглютеновых культур как пшеница, гречиха, рис, амарант и киноа. Подобная технологическая обработка зерна повышает биодоступность компонентов, что обеспечивает лучшее усвоение белка, жиров и углеводов. Кроме того, экспандированное сырьё обладает хорошими органолептическими свойствами, что является существенным фактором для потребителей рассматриваемой возрастной группы.

На рисунке 1 представлены образцы используемого экспандированного сырья.



Рис

Гречиха

Пшено

Амарант

Рисунок 1 - Экспандированное сырьё применяемых безглютеновых культур

В результате исследования получены данные по содержанию основных пищевых веществ в экспандированном безглютеновом сырье (таблица 1).

Таблица 1

Содержание основных пищевых веществ в экспандированном сырье.

№ п/п	Наименование продукта	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Моно- и дисахариды, %	Пищевые волокна, %
1	Пшено	12,0	3,2	68,8	1,6	2,9
2	Гречиха	10,1	3,1	71,3	1,9	5,9
3	Рис	7,4	1,1	81,2	1,3	3,5
4	Амарант	8,8	4,3	70,6	2,1	8,1
5	Киноа	9,1	4,1	71,6	1,9	5,9

Полученные данные применяли при расчёте содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности безглютеновых зерновых батончиков. Для расчёта принята разработанная рецептура безглютенового зернового батончика. Результаты расчёта представлены в виде графика удовлетворения рекомендуемой суточной потребности (РСП) ребенка старше трёх лет (рисунок 2).

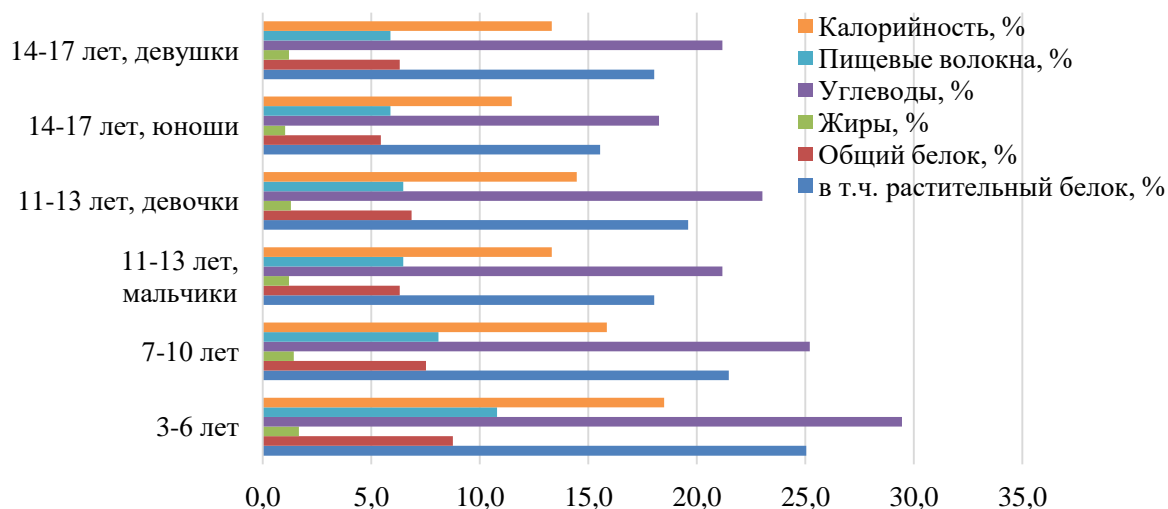


Рисунок 2. Удовлетворение РСП основных пищевых веществ и энергии детьми старше трёх лет при потреблении безглютеновых зерновых батончиков из пшена, риса и тыквы.

Ежедневно ребёнок школьного возраста должен получать 63-87 г белка, из них в среднем 26г растительного происхождения [3]. Согласно полученным данным, дети возрастом старше трёх лет потребляя 100г безглютеновых зерновых батончиков в среднем удовлетворяют суточную потребность в белке на 6,9%, в т.ч. в белке растительного происхождения - на 19,6%; жирах – 1,3%, углеводах – 23,1%, в т.ч. пищевых волокнах - 7,3% и энергии – 14,5%.

Полученные расчётные данные удовлетворения РСП показывают, что разрабатываемые безглютеновые батончики могут служить источником растительного белка для детей старше трёх лет, особенно учитывая проблему глютеновой энтеропатии которая приводит к нарушению принципа сбалансированного питания и влечёт за собой дефицит поступления растительного белка и входящих в его состав аминокислот.

### **Выводы**

Полученные данные по содержанию основных пищевых веществ в экспандированном зерне безглютеновых культур указывают на перспективы разработки безглютеновой продукции в виде зерновых батончиков для детей старше трёх лет. Расширение ассортимента безглютеновых продуктов питания на зерновой основе будет способствовать безопасному улучшению обеспеченности нутриентами растительного происхождения больных с различными формами непереносимости глютена.

*Научно-исследовательская работа проведена за счёт субсидий на выполнение государственного задания (тема № FGMF-2022-0002).*

\*\*\*

1. Бельмер С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы // Лечащий врач. 2013; № 1: 16-19
2. Bizzaro, N., Tozzoli, R., Villalta, D., Fabris, M., & Tonutti, E. Cutting-Edge Issues in Celiac Disease and in Gluten Intolerance // Clinical Reviews in Allergy & Immunology, 2016, 42(3), 279–287. doi:10.1007/s12016-010-8223-1
3. МР 2.3.1.0253—21 Методические рекомендации. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации

## РАЗДЕЛ XXVIII. РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Жигулин В.А., Пешков И. В.

### Цифровое моделирование усилителя промежуточной частоты и фильтра промежуточной частоты

*Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина  
(Россия, Елец)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-381

#### Аннотация

Данная статья посвящена цифровому моделированию блоков радиоприёмных устройств. Было проведено моделирование усилителя промежуточной частоты и фильтра промежуточной частоты. В статье приводятся исходные схемы блоков, готовые модели и результаты моделирования, исходя из которых были найдены основные характеристики исследуемых схем.

**Ключевые слова:** цифровое моделирование, САПР, радиоприёмные устройства, усилитель промежуточной частоты, фильтр промежуточной частоты.

#### Abstract

This article is devoted to digital modeling of radio receiver units. An intermediate-frequency amplifier and an intermediate-frequency filter were simulated. The article presents the initial block diagrams, ready-made models and simulation results, based on which the main characteristics of the studied schemes were found.

**Keywords:** digital modelling, CAD, radio receivers, intermediate-frequency amplifier, intermediate-frequency filter.

Усилитель промежуточной частоты (УПЧ) – это один из блоков супергетеродинного радиоприёмника, основные задачи которого заключаются в следующем:

- обеспечение усиления полезного сигнала на промежуточной частоте до величины, необходимой для корректной работы детектора;
- обеспечение селективности радиоприёмных устройств (РПрУ) по соседнему каналу приёма при минимальном уровне искажений полезного сигнала.

Целью данной работы является получение результатов моделирования УПЧ и фильтра промежуточной частоты (ФПЧ), такие как амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), и расчёт характеристик данных узлов. Исследуемые в данной работе узлы планируется использовать в дальнейшем как часть большой общей модели радиоприёмного устройства, поэтому дополнительной задачей является сравнение полученные значения характеристик с требованиями технического задания.

В работе были поставлены следующие задачи: провести моделирование УПЧ и ФПЧ; построить графики АЧХ; измерить следующие характеристики данных узлов: коэффициент усиления; коэффициент шума; точку децибельной компрессии; ширину полосы пропускания.

В данной работе было решено использовать схему тракта промежуточной частоты с разделением функций избирательности и усиления. В качестве УПЧ была выбрана схема широкополосного усилителя (рис.1.) [1]. Данный усилитель состоит из трёх каскадов с транзисторами, включёнными по схеме с общим эмиттером. Согласно источнику, данная схема способна выдавать усиление по напряжению около 70 дБ.

ФПЧ представляет собой неперестраиваемый полосовой фильтр с центральной частотой, равной согласно техническому заданию 455 кГц. Проектирование полосового фильтра сводится к нахождению частот среза и числа резонансных LC-звеньев, при которых фильтр удовлетворяет предъявленным требованиям.

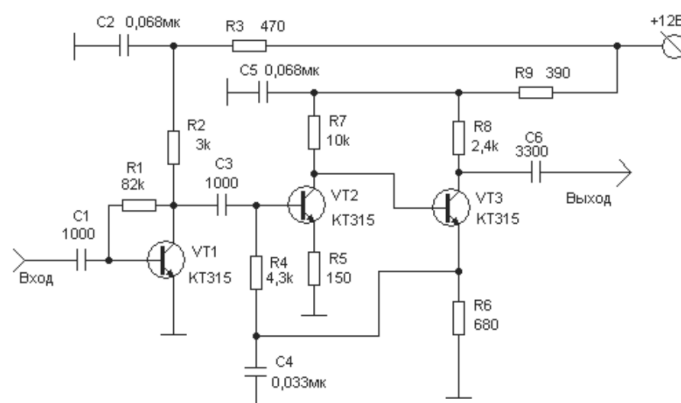


Рисунок 1. Схема широкополосного УПЧ.

Наиболее употребительными являются трёх-четырёхзвенные ФПЧ, т.к. использование большего числа звеньев приводит к сильному затуханию полезного сигнала в полосе пропускания. Центральная частота рассчитываемого полосового фильтра должна быть равна 455 кГц. Согласно техническому заданию, избирательность по соседнему каналу приёма должна составлять не меньше 12 дБ. Для вещательных РПрУ с амплитудной модуляцией наименьшая расстройка частоты соседнего канала равняется  $\pm 9$  кГц. Ширина спектра АМ сигнала равняется удвоенной наибольшей частоте спектра информационного сигнала. Согласно нормам на ширину полосы радиочастот [2], значение наибольшей частоты при амплитудной модуляции должно быть в пределах 4 – 10 кГц. В связи с этим, ширину полосы пропускания ФПЧ примем равной 10 кГц.

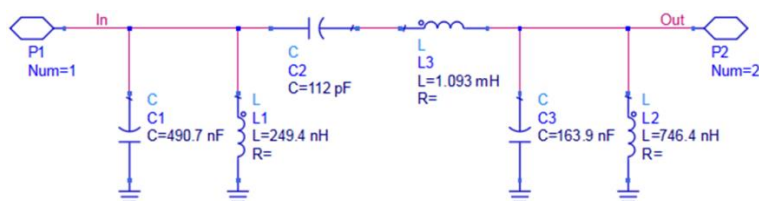


Рисунок 2. Готовая модель ФПЧ.

В данной работе используется ФПЧ, рассчитанный с помощью автоматизированных программных средств. Его готовая схема представлена на рис. 2. Моделирование и измерения проводились в САПР Advanced Design System. Стоит отметить, что программа, с помощью которой был проведён расчёт данного ФПЧ, автоматически приводит значения входного и выходного импеданса фильтра к указанным значениям. За счёт этого было достигнуто согласование между УПЧ и ФПЧ.

На рис. 3 представлена готовая цифровая модель усилителя промежуточной частоты. Транзисторы отечественного производства КТ315 были заменены иностранным аналогом BC547.

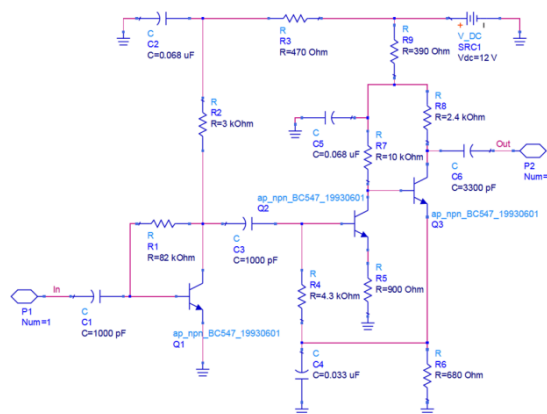


Рисунок 3. Готовая модель усилителя.

Было проведено измерение АЧХ усилителя (рис.4). Коэффициент усиления на промежуточной частоте (маркер m3) равен 72,65 дБ, частота максимального усиления (маркер Max) равна 73,447 дБ, ширина полосы пропускания по уровню -3 дБ (маркеры m1 и m2) равна 367,9 кГц.

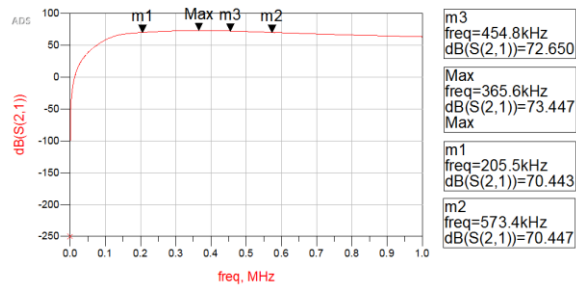


Рисунок 4. АЧХ УПЧ.

На рис .5 изображены: а) процесс определения коэффициента шума, б) определение точки децибельной компрессии. Согласно графикам, коэффициент шума УПЧ составляет 8,056 дБ, а точка компрессии составляет -23,59 дБм.

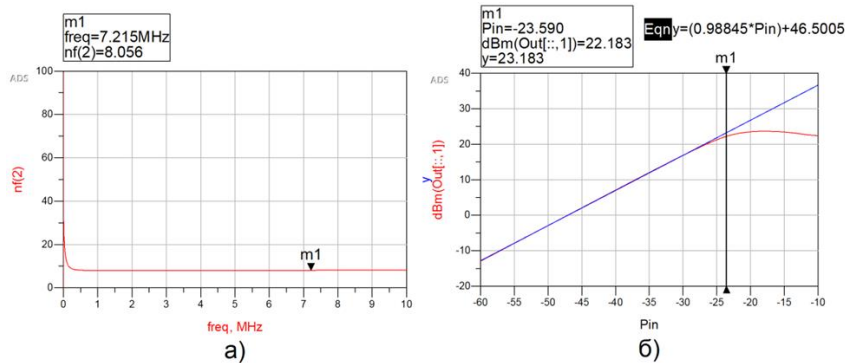


Рисунок 5. Определение а) коэффициента шума и б) точки компрессии.

Было проведено измерение АЧХ ФПЧ, изображённого на рис .2. График характеристики представлен на рис. 6.

На графике представлены характеристики данного фильтра: центральная частота, равная 455 кГц (маркер m1), ширина полосы пропускания по уровню -3 дБ, равная 10 кГц (маркеры m2 и m3), и коэффициент передачи на частоте соседнего канала, равный -20,681 дБ. Из данных значений вычисляется избирательность по соседнему каналу, равная 15,5 дБ, что удовлетворяет требованиям, изложенным в техническом задании.

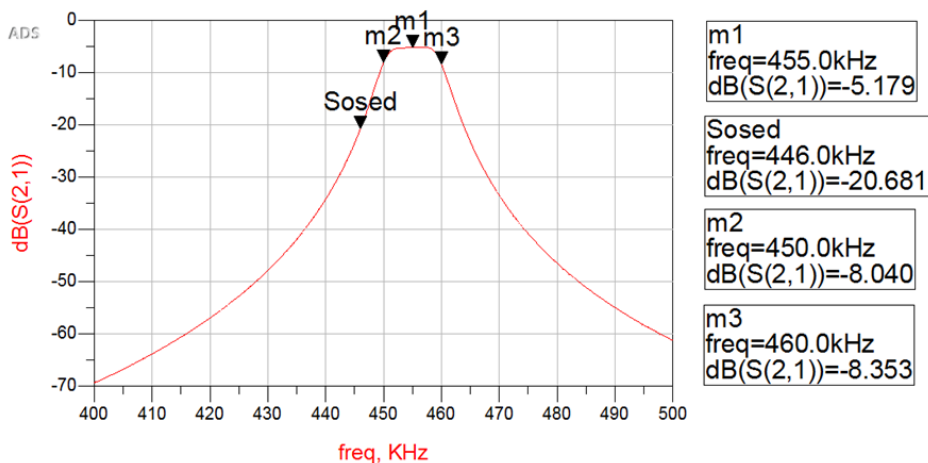


Рисунок 6. АЧХ ФПЧ.



Таким образом, было проведено моделирование УПЧ и ФПЧ, по результатам которого были измерены характеристики исследуемых блоков, такие как: коэффициент усиления, коэффициент шума, точка децибельной компрессии, ширина полосы пропускания. Полученные характеристики удовлетворяют требованиям технического задания, что позволяет использовать данные УПЧ и ФПЧ в полной большой модели радиоприёмного устройства.

\*\*\*

1. Тяпичев Г. Как построить трансивер / Г. Тяпичев. – Москва : ДМК Пресс, 2005. – 432 с.
2. Нормы 19-21. Нормы на ширину полосы радиочастот и внеполосные излучения радиопередатчиков гражданского применения : Приложение № 3 к решению Государственной комиссии по радиочастотам от 29.11.2021 № 21-60-01 // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации : официальный сайт. – URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/prilozhenie-3-k-resh-21-60-01.pdf> (дата обращения: 27.10.2022)
3. Марков Ю.В. Проектирование устройств приёма и обработки сигналов : учебно-методическое пособие / Ю.В. Марков, А.С. Боков. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 112 с.

**Калабухов А.Н.**

**Автоматическая регулировка усиления промежуточной частоты с высоким динамическим диапазоном по интермодуляции**

*Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина  
(Россия, Елец)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-382

**Аннотация**

В данной статье рассматривается новый принцип действия автоматической регулировки усиления радиочастотных сигналов, основанный на изменении индуктивности катушек с сердечником, намагничиваемым постоянным током. В статье приводятся осциллограммы и подробное описание нового метода автоматической регулировки усиления в сравнении с традиционным методом на основе управления крутизной характеристик транзисторов.

**Ключевые слова:** сигнал, обмотки, сердечник, катушка индуктивности, интермодуляция, искажения, автоматическая регулировка.

**Abstract**

This article discusses a new principle of operation of automatic gain control of RF signals, based on changing the inductance of coils with a core magnetized by direct current. The article provides waveforms and a detailed description of the new method of automatic gain control in comparison with the traditional method based on the control of the steepness of the characteristics of transistors.

**Keywords:** signal, windings, core, inductor, intermodulation, distortion, automatic adjustment.

Автоматическая регулировка усиления (АРУ) в приемопередающих средствах, в настоящее время, реализована на основе изменения крутизны характеристик транзисторов, зависящей от положения рабочей точки по постоянному току. Данный метод обладает простотой реализации, но имеет большое количество недостатков. Например, при уменьшении тока покоя каскада увеличивается коэффициент нелинейных искажений, и возрастают интермодуляционные составляющие. В результате этого, мощные внеполосные сигналы создают комбинационные частоты, которые могут оказаться в полосе приема и пройти через весь приемный тракт без подавления. По этой причине, входное напряжение каскадов с автоматической регулировкой усиления (далее АРУ), должно быть менее нескольких милливольт, чтобы избежать заметных продуктов интермодуляции. Однако реальный сигнал в антенне часто бывает гораздо сильнее. Кроме того, радиоприемник блокируется при входном напряжении порядка десятых долей вольта из-за очень короткого

рабочего участка напряжений база-эмиттер.

Менее очевидные недостатки такой АРУ состоят в том, что в транзисторах с изменяющейся рабочей точкой преобладает вторая гармоника, которая, при ослаблении входного сигнала, убывает по амплитуде не так быстро, как гармоники более высоких порядков. Кроме того, в каскады с АРУ невозможно ввести отрицательную обратную связь.

Предлагаемая в этой статье система АРУ основана на принципе изменения индуктивности катушек с сердечником в зависимости от постоянной намагничивающей составляющей. Принцип действия этого устройства похож на работу магнитного усилителя, но отличается очень низким коэффициентом интермодуляционных составляющих и отсутствием выпрямительного моста на выходе. При подаче постоянного тока на управляющую катушку изменяется рабочая точка намагниченности ферритового сердечника, что приводит к изменению индуктивности. Высокочастотная катушка выполнена так, что сигнал, проходящий через нее, практически не влияет на индуктивность, и она практически не вносит нелинейных искажений. Схема показана на рисунке 1. Устройство представляет собой делитель напряжения, верхнее и нижнее плечо управляются дифференциальным каскадом. Обмотки управления включены встречно по отношению к высокочастотным обмоткам, благодаря чему на управляющих обмотках не появляется высокочастотный сигнал. Сигнальные обмотки имеют малое количество витков и рассчитаны на мощный входной сигнал. При этом обмотки управления содержат очень большое количество витков, благодаря чему улучшается чувствительность управляющего входа. При увеличении тока управления падает индуктивность, изменяя коэффициент передачи делителя. Для одновременного управления обоими плечами делителя управляющие входы удобно подключать к выходам дифференциального каскада усилителя АРУ.

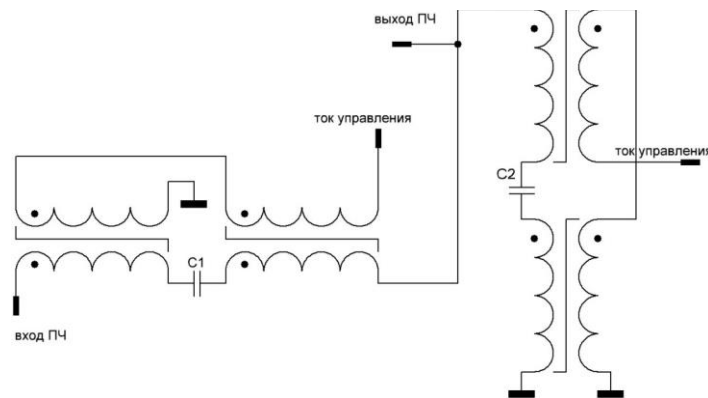


Рисунок 1. Схема узла АРУ промежуточной частоты 12 МГц.

Для увеличения диапазона регулировки устанавливаются конденсаторы С1 и С2, но можно обойтись и без них. Эти конденсаторы вместе с катушками индуктивности делителя обеспечивают последовательный резонанс при максимальном управляющем токе подмагничивания. Это уменьшает влияние остаточной индуктивности на диапазон регулировки АРУ. На рисунке 2 изображено конструктивное исполнение данного узла и внешний вид управляемых катушек индуктивности.

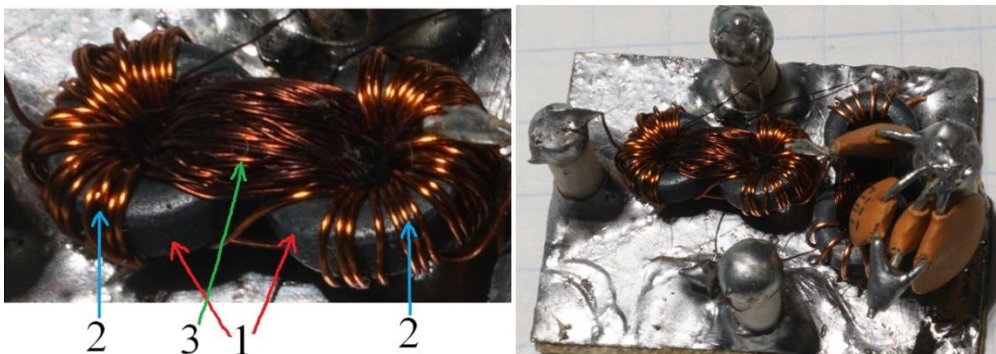


Рисунок 2. Конструктивное исполнение управляемой катушки индуктивности и делителя напряжения, основанного на них.

Управляемая катушка индуктивности, которая схожа с принципом работы магнитного усилителя, состоит из двух ферритовых колец с внешним диаметром 6 мм, внутренним 2,7 мм и высотой 2 мм (под цифрой 1 на рисунке 2). Относительная начальная магнитная проницаемость феррита около 5000 единиц. Ферритовые кольца низкочастотные, тем не менее, за неимением других, показывают хороший результат на промежуточной частоте 12 МГц. Под цифрой 2 показана сигнальная катушка, которая имеет малое количество витков и способна пропустить через себя значительную высокочастотную мощность без существенного влияния нелинейности сердечника. Эта катушка намотана на два кольца так, чтобы магнитные потоки в них были встречными по отношению к управляющей катушке 3. В сигнальной обмотке верхнего плеча делителя 70 витков, а в сигнальной обмотке нижнего плеча 12 витков. Управляющая катушка 3 намотана на два кольца, склеенных вместе. Благодаря встречным магнитным потокам от высокочастотной катушки в управляющей катушке не наводится полезный сигнал, и ее замыкание или шунтирование никак не влияет на полезный сигнал. В управляющих катушках имеется по 500 витков.

Для тестирования использовался сигнал от генератора частотой 12 МГц, на вход устройства подавался сигнал с амплитудой 10В, результат контролировался осциллографом со щупами на делителях 1:10 (рис. 3). Максимальный ток управления АРУ равен 100 мА. Светлый луч осциллографа показывает входной сигнал, темный луч – выходной сигнал. Амплитуды и частота выведены на экран.

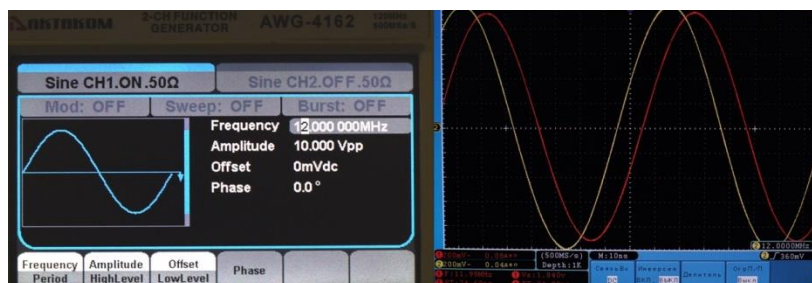


Рисунок 3. Настройки генератора и коэффициент передачи АРУ при максимальном токе управления.

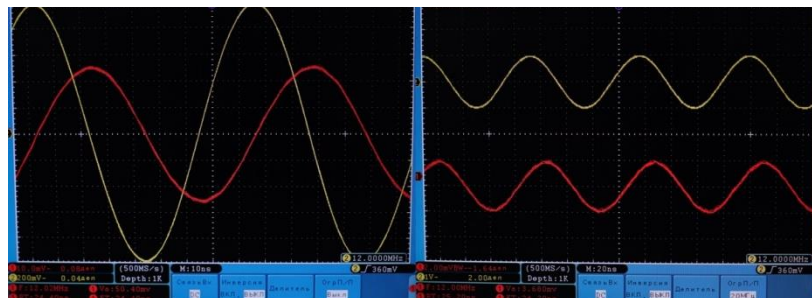


Рисунок 4. Амплитуда и форма выходного сигнала на произвольном и минимальном коэффициентах передачи системы АРУ.

Благодаря симметричной схеме включения управляемых катушек в сигнале отсутствует вторая гармоника. В то же время более высокие гармоники убывают гораздо быстрее при снижении амплитуды входного сигнала, что обеспечивает более высокую устойчивость к интермодуляционным искажениям. В данной схеме амплитуда третьей гармоники убывает пропорционально кубу уменьшения амплитуды и пропорционально квадрату частоты. Искажения незаметны при амплитуде 10В и частоте 1МГц, а на промежуточной частоте 12 МГц и амплитудах, соизмеримых с сигналами внутри радиоприемника, искажения настолько малы, что устойчивость к интермодуляции измерить невозможно.

На основе данных блоков АРУ, двухтактных усилителей высокой и промежуточной частоты, а также кольцевого смесителя можно построить супергетеродин с очень большим динамическим диапазоном по интермодуляции.

\*\*\*

1. Буга Н. Н. и др. Радиоприемные устройства: Учебник для вузов/ Н. Н. Буга, А. И. Фалько, Н. И. Чистяков; Под ред. Н. И. Чистякова. - М.: Радио и связь, 1981. - 320 с.: ил.
2. Онищук А. Г. Радиоприемные устройства: Учебное пособие / А.Г. Онищук, И.И. Забеньков, А.М. Амелин. - Минск: Новое знание, 2006. - 240 с.: ил. ISBN 985-475-175-9

**Кравчина М.В., Кравчина А.В.**  
**Свойства случайных бинарных данных**

*Донской государственный технический университет  
 (Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-383

**Аннотация**

Случайная двоичная последовательность испытывает различные несовершенства в оптической и электрической областях, что поднимает важные вопросы проектирования. В этой статье мы изучим свойства случайных данных в объеме, необходимом для анализа схем и систем.

**Ключевые слова:** бинарные данные, преобразование Фурье, частота.

**Abstract**

The random binary sequence experiences various imperfections in the optical and electrical domains, which raises important design issues. In this paper, we will study the properties of random data to the extent necessary to analyze circuits and systems.

**Keywords:** binary data, Fourier transform, frequency.

В большинстве оптических систем связи используется простая двоичная амплитудная модуляция световой волны для простоты обнаружения. Случайная двоичная последовательность (СДП) испытывает различные несовершенства в оптической и электрической областях, что поднимает важные вопросы проектирования. В этой статье мы изучим свойства случайных данных в объеме, необходимом для анализа схем и систем [1].

Случайная двоичная последовательность состоит из логических единиц и нулей, которые несут информацию и обычно встречаются с равной вероятностью, показано на рисунке 1.

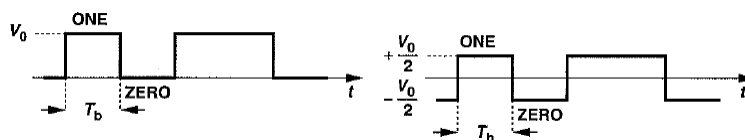


Рисунок 1. Случайная двоичная последовательность с конечным (а) и нулевым де-содержанием (б).

Если каждый битовый период равен  $T_b$  секунд, то мы говорим, что скорость передачи данных,  $R_b$ , равна  $1/T_b$  бит в секунду.

Последовательность, изображенная на рисунке 1(а), содержит ненулевое среднее значение, поскольку логические нули представлены нулевым напряжением (или током). В некоторых случаях проще рассматривать форму сигнала, как показано на рисунке 1(б), где один и ноль принимают равные и противоположные значения, что дает нулевое среднее значение.

Случайная природа данных подразумевает, что двоичная последовательность может содержать произвольно длинные строки последовательных единиц и нулей (также называемые "пробегами"), представлено на рисунке 2.

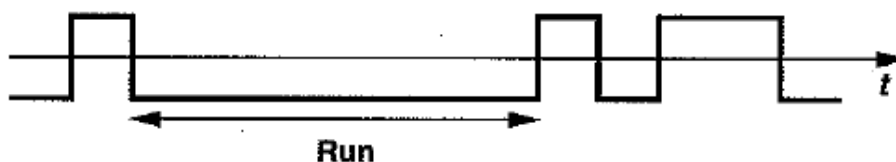


Рисунок 2. Случайная двоичная последовательность с длинным пробегом.

Мы говорим, что данные имеют низкую "плотность переходов". Такие строки создают трудности при проектировании многих схем оптических приемопередатчиков [2]. В частности, такая операция, как восстановление тактовой частоты, чувствительна к низкой плотности переходов и полностью отказывается, если прогон становится произвольно длинным. По этой причине стандарты оптической связи обычно определяют максимальную "длину пробега", т.е. максимальное количество последовательных один или ноль, допустимое в данных. Типичная длина пробега может составлять 72 бита. Чтобы избежать превышения такой длины пробега, данные кодируются в передатчике надлежащим образом.

Представим случайную двоичную последовательность в виде

$$x(t) = \sum_k b_k p(t - kT_b), \quad (1)$$

где  $p(t)$  – обозначает форму импульса;

$$b_k = \pm 1$$

То есть РБС рассматривается как положительные и отрицательные реплики основного импульса, которые повторяются каждые  $T_b$  секунд, изображено на рисунке 3.

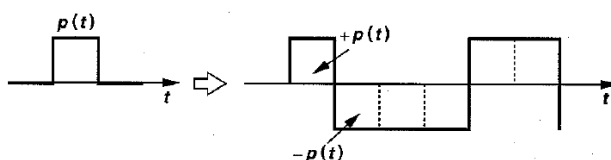


Рисунок 3. Случайное повторение импульса.

Хотя мы можем предположить, что  $p(t)$  это просто прямоугольный импульс шириной  $T_b$ .

Можно доказать, что если положительные и отрицательные импульсы происходят с равными вероятностями, то спектральная плотность мощности  $x(t)$  дана в виде

$$S_x(f) = \frac{1}{T_b} |P(f)|^2, \quad (2)$$

где  $P(f)$  – представляет собой преобразование Фурье от  $p(t)$ .

Уравнение (2) раскрывает множество интересных свойств различных форматов данных, используемых в связи.

Давайте теперь вычислим  $S_x(f)$ , если  $p(t)$  - прямоугольный импульс шириной  $T_b$  и повторяющийся каждые  $T_b$  секунд. Поскольку преобразование Фурье такого импульса равно

$$P(f) = T_b \frac{\sin(\pi f T_b)}{\pi f T_b}. \quad (3)$$

Спектр случайной последовательности выражается как

$$S_x(f) = T_b \left[ \frac{\sin(\pi f T_b)}{\pi f T_b} \right]^2 \quad (4)$$

Отметив, что  $\sin(\pi f T_b)$  исчезает при  $f = n / T_b$  для целых значений  $n$ , построим спектр, как показано на рисунке 4, чтобы показать более широкий диапазон величин  $S_x(f)$ . Приведенный выше анализ позволяет выявить важное свойство случайных двоичных последовательностей. Для скорости передачи  $1 / T_b$  спектр не имеет мощности на частотах, равных  $1 / T_b, 2 / T_b$  и т.д. Другими словами, если применить форму волны к полосовому фильтру с частотой 1 Гц, центрированному на  $f = 1 / T_b, 2 / T_b \dots$  наблюдается очень мало энергии.

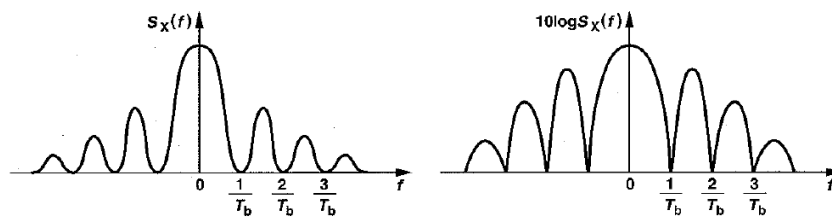


Рисунок 4. Спектр случайных двоичных данных с линейной (а) и логарифмической вертикальной шкалой (б).

Например, последовательность 10 Гбит/с не содержит 10-ГГц компонента. Этот несколько удивительный результат становится более понятным, если мы заметим, что самая быстрая форма сигнала на скорости 10 Гбит/с состоит из последовательности 1010 с шириной каждого бита 100 пс. Такой сигнал представляет собой 5-гигагерцовую квадратную волну, содержащую только нечетные гармоники на частотах 5 ГГц, 15 ГГц и т.д. Вышеизложенное наблюдение оказывается критичным для задачи восстановления тактовой частоты [3]. Для восстановления тактовой частоты путем фазовой фиксации форма сигнала должна содержать периодическую составляющую на скорости передачи данных, т. е. в спектре должен наблюдаться импульс (иногда называемый "спектральной линией") при  $f = 1 / T_b$ . Чтобы интуитивно понять, почему случайные двоичные данные не дают такого импульса, умножим форму сигнала на синусоиду с частотой  $1 / T_b$  и вычислим среднее значение результата. Как показано на рисунке 5, среднее значение равно нулю, если единицы и нули встречаются с равной вероятностью.

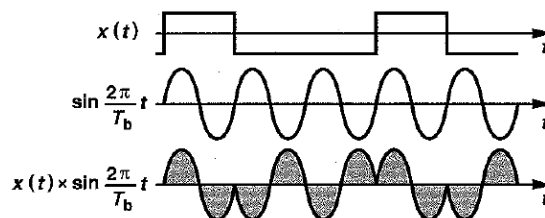


Рисунок 5. Корреляция случайных двоичных данных с синусоидой

Несмотря на то, что мы предположили, что единица и ноль представлены равными и противоположными импульсами, спектр рисунка 4 демонстрирует конечную мощность в окрестности нулевой частоты. Является ли это противоречием предположению о нулевом де-содержании? Нет, если форма волны имеет ненулевое среднее, то его спектр содержит импульс на нулевой частоте. Конечная мощность на рисунке 4 просто означает, что сигнал,

вероятно, будет иметь произвольно низкие частоты, если его наблюдать очень долго. Это свойство сродни длинным пробегам, которые появляются в случайных бинарных данных..

\*\*\*

1. Долгов, А.И. О применимости математического масштабирования и нормирования при решении прикладных задач / А.И. Долгов, Д.В. Маршаков // Вестник Донского государственного технического университета. – 2018. – Т. 18. – №4. – С. 92-101.
2. Применение инноваций при разработке радиотехнических систем: коллективная монография / под редакцией М.Ю. Звездиной. – Москва : Издательский дом Академии Естествознания, 2015. – 224 с.
3. Окопная, А. В. Виды сигналов в современных системах волоконно-оптической связи / А. В. Окопная, М. В. Кравчина // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сборник научных статей X международной научной конференции, Казань, 30–31 октября 2021 года. – Казань : ООО «Конверт», 2021. – С. 40-43.

## РАЗДЕЛ XXIX. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Панкин В.В., Соловьева Е.Б., Портной М. С.

Гендерные аспекты в электротехническом образовании и научных исследованиях

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-384

### Аннотация

В статье рассматривается гендерный вопрос в российском образовании, технических науках и инженерных исследованиях, в частности, в электротехнике. Описываются современные гендерные тенденции, приводятся статистические данные. Упомянуты гендерные сложности, существовавшие как в России, так и за рубежом.

**Ключевые слова:** электротехника, женщина-электротехник, образование, гендер, история, наука.

### Abstract

The gender issue in Russian education, technical sciences and research, in particular, in electrical engineering is represented. Current gender trends are described and statistics data are provided. Gender-related difficulties in Russia and abroad are mentioned.

**Keywords:** electrical engineering, woman-electrical technician, education, gender, history, science.

Обеспечение гендерного равенства в разных областях человеческой деятельности – важный аспект в социальном обществе. Достижение такого равенства позволяет учитывать особенности женщин и мужчин (специфических социально-демографических групп) с целью реализации равных прав и возможностей при разработке социально-демографической политики страны. Дает ли достижение гендерного равенства ожидаемо высокие результаты в электротехническом образовании и, соответственно, в инженерии и науке?

Технический прогресс продолжается, но мужчины монополизировали инженерное дело много веков назад. Инженерно-технические профессии остаются «клубом для джентльменов» и по сей день. Проведённые в 2020 году в Департаменте социологии Высшей школы экономики РФ опросы и анализы показывают, что для инженерных профессий характерны чисто мужские признаки: «диктат» математического мышления, «маскулинная» инженерная культура («мужское начало» – высокая ценность материальных вещей, власти и представительности), а также неженская интенсивность труда, умственные перегрузки и ночные бдения над изобретениями. Нельзя утверждать, что какие-то качества начисто присутствуют у мужчин и начисто отсутствуют у женщин, но процентные соотношения разные. Это подтверждается статистикой. Кроме того, там, где для женщин объективно нет преград, так сказать, на «входе» в профессию, с ростом квалификации, а значит и требований возникают свои субъективные ограничения. Они и определяют гендерное «лицо» профессии.

В наше время путь женщин в науку перестал быть тернистым и сложным. Традиционно мужская сфера деятельности уже во всю осваивается слабым полом: по данным ЮНЕСКО за 2015 год во Франции женщины составляли 27% учёных, в Германии – 28%, в Италии – 36%, в Великобритании – 38.6%, в Испании – 40%. Особняком стоит Япония – 16% и страны третьего мира [1-5]. Но это, по-видимому, особенности национального менталитета. Самый высокий процент женского контингента, выше 50%, наблюдается в европейском научном мире в Литве, Латвии, Албании и Сев. Македонии. В России прекрасный пол также не испытывает дискриминации – 40% работников научной сферы в 2016 году составляли женщины. «Женские» проценты растут и в целом, и в России, в частности, через два года – в 2018 – уже 43% женщин среди работников научной сферы [2].



Проценты эти неравнозначные по структуре – процент женщин среди научных работников высшей квалификации (доктора и кандидаты наук) почти вдвое меньший – 22.6%. Приблизительно такая же представленность российских женщин в числе авторов, которые публикуют свои работы в научных журналах, – 21%. «Над этим надо крепко задуматься. Такая же ситуация примерно в патентной деятельности», – сказал первый заместитель министра науки и высшего образования РФ о роли женщин в науке на экспертной сессии, состоявшейся в рамках II Евразийского женского форума в Петербурге в 2018 году [2].

Гендерные проценты в различных отраслях электротехники: образование, информационные и компьютерные технологии (ИКТ), электроэнергетика находятся примерно на одном уровне. Заместитель министра энергетики РФ Анастасия Бондаренко отмечала, что уровень представленности женщин в электроэнергетике России находится на уровне лучших в мире показателей – 36%, при этом женщины в руководстве составляют 21%. Говоря об истории вовлечения женщин в энергетику России, Анастасия Бондаренко напомнила, что инженерное образование стало доступно в России в 1906 году (Высшие женские политехнические курсы) и с тех пор системно поддерживалось и развивалось.

Мишель Огоннэ (Michel Augonnet), президент Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения (СИГРЭ), подчеркивая важность вовлечения женщин в деятельность СИГРЭ, отмечал высокую активность женщин в различных направлениях деятельности энергокомпаний, включая и техническую (около 25% девушек интересуются именно инженерными специальностями). Он подчеркнул важные личностные характеристики женщин, необходимые для командной работы, такие как повышенная интуиция, умение устанавливать личностные контакты и трудоспособность.

Зам. министра А. Бондаренко обозначила необходимость продолжать сбор и анализ статистической информации, отслеживать и внедрять лучшие практики по обеспечению комфортного баланса «семейной» и «профессиональной» составляющей, поддержке и вовлечению женщин и девушек в научно-техническую деятельность, в том числе способствовать формированию профессиональных династий.

Главные мотивы выбора научной карьеры у женщин примерно те же, что и у мужчин – исследовательский интерес и потребность в творческой работе. Согласно опросам, 65% российских женщин-исследователей видят социальный лифт в научной работе. Однако женщины в науке, по сравнению с коллегами-мужчинами, более нуждаются в стабильности и защите, к тому же и зарабатывают на четверть меньше.

Динамика в представленных статистических данных явно присутствует, а вот какая она: положительная или отрицательная, – давайте оценим. Начнём с базовой стадии – российское высшее образование по состоянию на 2021 год. Здесь как в песне: «...потому что на десять девочек по статистике “восемь” ребят» (точнее 7,78). На уровне аспирантуры соотношение уже «пятьдесят на пятьдесят». На каждую остепененную статистическую даму приходится уже почти два статистических джентльмена (для докторов наук – почти четверо). На высшем уровне (членкоры и академики) кривая резко взлетает: только каждый десятый член-корреспондент и каждый двадцатый академик РАН в 2021 году – дама. И это уже весьма почтенная дама: средний возраст членов-корреспондентов и академиков, соответственно, 68 и 75 лет. На более высоких ступенях научной карьеры доля женщин явно невелика, но и стартовые позиции были почти на нуле [3]. На протяжении более ста лет эта доля растёт пропорционально всем остальным категориям научного сообщества, хотя на протяжении каждого десятилетия может колебаться в небольших пределах. За рубежом похожие итоговые цифры – только 12% членов IEEE (кроме студентов) составляют женщины. Основными причинами гендерного неравенства президент IEEE John R. Vig назвал низкие показатели набора женщин на факультеты электротехники [6]. Менее 20% студентов колледжей в США, выбирающих инженерное дело, составляют женщины, и женщины составляют менее 10% инженерных кадров. Мировые проценты женщин-инженеров незначительно выше – 13% [7]. И это по сравнению с 43% в научной сфере. На высшем уровне соотношения в России и в мире сближаются: среди 300 нобелевских

лауреатов в области науки с 1901 года – 10 женщин, 3% [8]. Статистика электротехнической науки высших достижений подтверждают эту тенденцию («женщин здесь нет»). В 1906 году первая в мире женщина-профессор электротехники Герта Маркс Айртон была награждена самой престижной медалью Хьюза за открытия в области электротехники. Следующее награждение этой медалью женщины-исследователя состоялось только через 102 года, в XXI столетии. Таким образом, в научном сообществе гендерная тенденция (пока не в пользу женщин) выражена чётко без всяких флуктуаций, хотя причины называют разные [9, 10]. Наряду с непреодоленной проблемой неравенства в оплате труда, гендерное распределение выравнивается только на должностях среднего и низкого ранга. Более чем в половине стран Европы женщины составляют менее 45% ученых и инженеров. Ситуация улучшается, поскольку в период с 2008 по 2011 год количество женщин среди нанятых ученых и инженеров росло в среднем с 11,1% в год, в то время как количество мужчин увеличилось только на 3,3% за тот же период.

Существует тенденция, которую трудно переломить. Из числа всех работающих женщин наиболее заняты женщины в возрасте 35–50 лет (90% всех женщин данной возрастной группы). После этой возрастной группы наблюдается резкий спад активности, в группе 55–59 лет остаются экономически активными только 40% женщин. В то же время активность мужчин имеет высокие показатели как в ранних возрастных группах, например, 20–25 лет (90% всех мужчин данного возраста), так и достаточно высока в весьма возрастной группе 60–72 года (20% всех мужчин данного возраста).

В 2018 году на II Евразийском форуме в Санкт-Петербурге отмечались сильные позиции женщин в российском образовании. И это не школьное образование, где фемининная культура, то есть женское преобладание, бесспорно, подавляющее в России. В сфере образования, так сказать, комплексно, в 2015 году – 81% женщины [11]. Положение в высшей школе больше соответствует гендерным соотношениям в российском обществе. Профессорско-преподавательский состав наших университетов – 57% женщины, доля в России намного выше, чем во многих развитых странах, что отмечалось в докладе замминистра на Евразийском форуме в Петербурге [2]. Это соотношение неоднозначно: значительно различаются данные для гуманитарных и естественно-научных образовательных учреждений. Например, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», несмотря на наличие гуманитарного факультета, занимает самую середину на правом фланге, среди технических и электротехнических вузов РФ. Цифры самые средние – 39% женщин среди профессорско-преподавательского состава (ППС) СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (33% – среди ППС кафедры теоретических основ электротехники (ТОЭ) [12-14]) и 58% для учебно-вспомогательного персонала СПбГЭТУ по состоянию на июнь 2021 года. Насыщенность статистического ППС СПбГЭТУ специалистами высшей квалификации абсолютно совпадает с общероссийской. В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» среди кандидатов наук – 35%, 153 женщины (15% на кафедре ТОЭ), среди докторов наук – 10%, 11 женщин (16% на кафедре ТОЭ).

Приведённые процентные соотношения весьма показательны. По-видимому, в ближайшие годы следует ожидать их значительного изменения в связи с переориентацией с концепции классического образования («образование на всю жизнь») на концепцию непрерывного образования («образование через всю жизнь»). Если ещё недавно дипломы о высшем образовании, равно как кандидатский и докторский дипломы, говорили о высоком уровне знаний в течение продолжительного периода времени, то в условиях быстрого прогресса рост индивидуального научного потенциала будет зависеть от установки личности на принципы непрерывного наращивания знаний, их постоянное обновление и пополнение [15].

Полученные данные в масштабе земного шара, России и СПбГЭТУ «ЛЭТИ», в частности, не могут дать основания к призыву сокращать или умножать проценты статистических женщин-учёных или преподавателей. Хотя в школьном образовании этот вопрос уже решён на интуитивном уровне: надо больше маскулинной культуры, то есть мужчин. Следует призвать женщин активнее занимать академические вакансии: академиков

и членкоров РАН. И наконец, вывод, который не противоречит ни приведённым цифрам, ни интуиции: повышайте научную компетенцию, активно проводите исследования, добивайтесь результатов, и Ваш рейтинг будет расти среди ученых-коллег.

\*\*\*

1. Женщины и мужчины России 2020: Стат. сб. / Федеральная служба государственной статистики, Росстат. – М., 2021 – 239 с.
2. II Евразийский женский форум в Санкт-Петербурге / Выступление первого заместителя министра науки и высшего образования РФ Г. Трубникова на экспертной сессии о роли женщин в науке [Электронный ресурс] // «РФ сегодня» журнал 09.2018: <https://www.pnp.ru/russia-today/na-vtorom-evraziyskom-zhenskom-forume-v-sankt-peterburge.html#pectrum>
3. Behere S. Being a Tech Mom: And Acing it // IEEE Women in Magazine. 2020. Vol. 14, № 1. P. 23-24.
4. Guizzo E. The EE Gender Gap is Widening // IEEE Spectrum. 2008. Vol. 45, № 12. P. 23.
5. Gutierrez C., Paulosky M., Aguinaldo A., Gerhart J. Women Break an Engineering Barrier: While Other an Engineering Disciplines Stumble, BME Represents a Success Story in Attracting American Women to a Male-Dominated Field // IEEE Pulse. 2017. Vol. 8, № 6. P. 49-53.
6. Vig J.R. Why So Few Women in IEEE, and What Can IEEE and We Do About It? // IEEE Women in Engineering Magazine. 2021. Vol. 15, № 1. P. 5.
7. Williams Katianne / A Commitment to Service: Cosman Encourages STEM Engagement (Pipelining: Attractive Program for Women) // IEEE Women in Engineering Magazine. 2020. Vol. 14, № 2. P. 30-32.
8. McGrayn S.B. Nobel Prize Women in Science: Their Lives, Struggles and Momentous Discoveries. – Washington: Josef Genry Press. 2001.
9. Potvin G., McGough C., Benson L., Boone H.J., Doyle J., Godwin A., Kim A., Ma B., Rohde J., Ross M., Verdin D. Gendered Interests in Electrical, Computer and Biomedical Engineering; Intersections in Career Outcome Expectations // IEEE Transactions on Education. 2018. Vol. 61, № 4. P. 298-304.
10. Salim N. Mother and Daughters Makes Sparks Fly [Pipelining: Attractive Programs for Women] // IEEE Women in Engineering Magazine. 2010. Vol. 4, № 2. P. 30-33.
11. I Евразийский женский форум в Санкт-Петербурге / Выступление первого заместителя министра труда и социальной защиты РФ А. Вовченко «Роль женщин в меняющейся экономике» [Электронный ресурс] // «РФ сегодня» журнал от 25.09.2015: <https://www.pnp.ru/russia-today/na-pervom-evraziyskom-zhenskom-forume-v-sankt-peterburge.html#pectrum>
12. Бычков, Ю. А., Золотницкий, В. М., Соловьева, Е. Б., Чернышев, Э. П. Введение в теоретическую электротехнику. Курс подготовки бакалавров. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 288 с.
13. Панкин В. В., Соловьева Е.Б. Первая в России кафедра электротехники: от технического училища до электротехнического университета // IN MEMORIAM: ВАСИЛИЙ АНДРЕЕВИЧ АНДРЕЕВ: сборник памяти В.А. Андреева. – Ульяновск: УлГТУ, 2018. – С.138–153.
14. Панкин В.В., Соловьева Е.Б. К 125-летию первой в России кафедры электротехники // Синтез, анализ и диагностика электронных цепей: Международный сборник научных трудов / Под ред. В.В. Филаретова. – Ульяновск: УлГТУ, 2016. Вып. 13. С.247–259.
15. Тумарова Т. Г., Добросердова И. И., Фомичева Н. М., Сулейманкадиева А. Э. Оценка эффективности магистерской подготовки в системе непрерывного образования в условиях экономики знаний // Дискурс – Discourse. 2016. № 2. С. 94-101.

**Шелехов И. Ю., Андропова О. Ю., Клементьев Н. И.**

**Анализ технических решений по защите перронов железнодорожных вокзалов от наледи**

*Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет  
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-385

#### **Аннотация**

В статье представлен анализ внешних факторов, влияющих на безопасное передвижение по перрону Иркутского железнодорожного вокзала в зимний период времени. Представлены имеющиеся и перспективные способы борьбы со снежным покровом и с образованием наледи. Показано, что, используя новые инновационные способы защиты прилегающей территории от наледи, можно сократить травмирование пассажиров минимум на 1,5% от общего числа происшествий.

**Ключевые слова:** уборка снега, борьба с наледью, безопасность передвижения, система антиобледенения, травмирование пассажиров.

### Abstract

The article presents an analysis of external factors affecting the safe movement on the platform of the Irkutsk railway station in the winter. The existing and prospective methods of dealing with snow cover and ice formation are presented. It is shown that, using new innovative methods of protecting the adjacent territory from ice, it is possible to reduce passenger injury by at least 1.5% of the total number of accidents.

**Keywords:** snow removal, ice control, movement safety, anti-icing system, passenger injury.

В переходный период зима-весна на территории Иркутской области возникают проблемы из-за обледенения крыш и прилегающих территорий. Данные проблемы схожи с проблемами возникающие во многих регионах России, особенно в период обильных снегопадов и температурах близких к 0°. В такие моменты, пешеходные дорожки, тротуары, лестницы являются повышенным источником опасности. Со скользкими дорожками рядом с домом, подъездом, со скользкими ступеньками приходится сталкиваться любому жителю нашей страны. Каждый день мы подвергаем свою жизнь и жизнь близких людей опасности, перемещаясь по заснеженным и обледенелым дорожкам и ступенькам.

С данными проблемами сталкиваются службы, обеспечивающие безопасное перемещение пассажиров на перронах пригородных вокзалов. Общая статистика несчастных случаев [1] показывает, что с позиции инфраструктуры вокзальных комплексов причиной травмирования пассажиров являются погодные явления и окружающая среда. В процентном отношении от общего числа несчастных случаев количество несчастных случаев от погодных условий составляет 1,5%. Железная дорога является местом повышенной опасности, только в прошлом году там были травмированы 1949 человек, из которых 1337 погибли. Правильная организация борьбы с погодными явлениями поможет спасти как минимум 20 человеческих жизней.

Обильные снегопады в Восточно-Сибирском регионе и гололед являются обычным явлением, с которым борются много лет коммунальные службы, применяя стандартные технические решения в виде снегоуборочных машин и посыпанием дорожек абразивными материалами или солью. Не совсем успешно, но постепенно в эту борьбу включаются новые инновационные методы [2], разрабатываются и внедряются новые технические решения [3]. Основной принцип работы всех устройств, предназначенных для борьбы со снежным покровом и наледью основан на его таянии с последующим удалением. Меняются или совершенствуются способы нагрева, применяются различные источники энергии для нагрева [4], но, принципиально, технологический процесс остается неизменным. Имеется ряд специализированной техники [5] предназначенной для уборки привокзальной территории, которая обладает меньшими размерами и большей маневренностью, но особых, принципиальных отличий от техники, применяемой городскими коммунальными службами, нет.

Основной источник энергии на железной дороге является электричество, кроме этого, в Восточно-Сибирском регионе электрическая энергия является самым дешевым и самым надежным источником энергии, поэтому, при решении проблемы безопасной эксплуатации территории перронов необходимо использовать электрические нагревательные элементы. Тем более, что они себя хорошо зарекомендовали в системах антиобледенения кровли и водостоков [6].

Метод подогрева тротуаров, дорожек и лестниц известен давно [7], в таких странах как Чехия и Франция они успешно используются и хорошо себя зарекомендовали. Существенным ограничением для его применения в структуре РЖД является то, что они монтируются в дорожное полотно. Основой перронов являются железобетонные

конструкции, которые обладают большой массой и теплоёмкостью. Использование технического решения, связанного с вмонтированием нагревательных элементов по площади перрона, приведет к очень существенным материальным затратам и в итоге, низкой эффективности и высокой инерционности.

Используя опыт применения газовых инфракрасных нагревательных элементов в системах борьбы с наледью [8], предлагается разработать конструкции электрических нагревательных элементов с большой площадью излучения. Предполагается, что данная работа будет выполнена в рамках написания выпускной квалификационной работы по программе магистратуры кафедры городского строительства и хозяйства.

В результате предварительных исследований было выявлено, что использование инфракрасных излучателей в качестве альтернативной системы антиобледенения, является наиболее эффективным решением. Предварительные натурные испытания показали, что изменение конструкции нагревательного элемента, из круглой формы в плоскую благоприятно влияет на теплотехнические характеристики, осуществляя более равномерный нагрев локализованных зон и снижая энергетические затраты.

Для того, чтобы воздействовать на большие площади, где образуется наледь, необходима конструкция нагревательного элемента, которая отличается от классических представлений, так как в основном нагревательные элементы инфракрасного действия устанавливаются горизонтально над поверхностью. При использовании в зоне перронов данная установка невозможна, установка будет осуществляться с боку и под уклоном, что должно вызвать не равномерное температурное поле. Для устранения данной проблемы нагревательный элемент должен иметь не равномерную удельную мощность на своей теплопередающей поверхности или нагревательные элементы должны быть так расположены, чтобы их результирующая область нагрева компенсировала друг друга. При поиске решений по повышению равномерности нагрева нами был проведен ряд экспериментов, где определялось место максимального движения пассажиров. Основная работа была направлена на изменении зон с локализованным обогревом мест, где наиболее часто осуществляется передвижение пассажиров. Проведенные эксперименты показали, что за счет применения новых технических решений возможно защитить территории перрона от наледи, данные мероприятия возможно осуществить при значительно меньших финансовых затратах по отношению к любому другому способу борьбы с наледью, при этом можно сократить энергетические затраты и увеличить площадь локализованного нагрева.

\*\*\*

1. Отчет МСЖД 2021: статистика происшествий на железных дорогах. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/documents/2011/03/16/sanpin-dok.html>
2. Жемков А., Медведева В. Р. Инновационные решения по очистке тротуаров в зимний период. В сборнике: Нугаевские чтения. Материалы VIII-ой Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 352–353.
3. Салливан Ч., Петренко В. Способ и устройство для удаления льда с поверхностей. Патент на изобретение №2234781, патентообладатель: Салливан Чарльз Транзит ОФ Дармут колледж. Дата публикации заявки: 20.06.2003. Бюл. №17.
4. Шелехов И. Ю., Дмитриев И. Н., Толстых Ю. А. Особенности использования различных типов энергии для защиты прилегающей территории зданий от наледи. Сборник публикаций научного журнала "Chronos" «Естественные и технические науки в современном мире» Выпуск 1 (28): г. Москва: сборник со статьями (уровень стандарта, академический уровень). – М: Научный журнал "Chronos", 2020.– с. 21–23 DOI - 10.31622/2658-7556
5. Маврин И. Ю., Прусов А. Ю. Малогабаритная снегоуборочная техника для привокзальных территорий. История и перспективы развития транспорта на севере России. 2014. № 1. С. 54–57.
6. Филатова В. А., Шелехов И. Ю., Горбачева А. А. Антиобледенительные системы (системы обогрева) кровли и водостоков. В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы образования и науки. сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2014. С. 139–140.
7. Богуславский Л. Д., Ливенский А. С. Подогрев тротуаров, сходов и производственных площадей. АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2008. № 2. С. 70–78.
8. Пуринг С. М., Тюрин Н. П., Ватузов Д. Н. Особенности применения газовых инфракрасных излучателей. Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7. № 1 (26). С. 47–51.

## РАЗДЕЛ XXX. ЭНЕРГЕТИКА

Аветисян А.С.

### Перспектива развития и применения водородной энергетики

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»  
(Россия, Иркутск)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-386

#### Аннотация

В данной научно-исследовательской работе был проведен обзор возможностей производства и применения в Российской Федерации водорода, получаемого из ископаемого топлива, а также путем электролиза воды. Обоснована перспективность использования водородной энергетики в таких областях как воздушный транспорт, энергетика и нефтегазовая промышленность.

**Ключевые слова:** водородная энергетика, водород, топливно-энергетический комплекс, углеродный след.

#### Abstract

In this research paper, a review was conducted of the possibilities of production and application in the Russian Federation of hydrogen obtained from fossil fuels, as well as by electrolysis of water. The prospects of using hydrogen energy in such areas as air transport, energy and oil and gas industry are substantiated.

**Keywords:** hydrogen energy, hydrogen, fuel and energy complex, carbon footprint.

По подсчетам специалистов, спрос на чистый водород на сегодняшний день располагается на значении около 75 млн тонн в год. Причем 95 % произведённого водорода приходится на нефтеперерабатывающую и химическую индустрию, в основном независимо снабжающих собственные потребности в водороде за счет его производства на специализированном оборудовании непосредственно в месте потребления. Также 42 млн тонн водорода применяется в смеси с прочими газами (образуется синтез-газ) в роли сырья или топлива при получении тепловой и электрической энергии.

В сопоставлении, в качестве энергоносителя в таких многообещающих областях как транспорт и энергетика сейчас применяется менее 0,01 млн тонн в год. Низкие объемы по большей части связаны с сохраняющимися ограничениями формирования водородной энергетики: существенной стоимостью низкоуглеводного водорода, несовершенной технологии для его масштабного употребления, включая снабжение безопасности всего производственного алгоритма, нехваткой нужной инфраструктуры для сохранения и перевозки водорода, в том числе перечню пробелов в нормативной-правовой базе.

Сейчас более успешным является производство водорода из ископаемого сырья. По сведениям МЭА, в строении мирового производства чистого водорода 75 % доводится на природный газ, 23 % – на уголь. При чем водород, изготавливающийся из ископаемого сырья (в первую очередь это уголь) имеет относительно больший углеродный след. Для уменьшения углеродного следа и последующей декарбонизации отраслей возможно применение технологий производства водорода из ископаемого сырья с применением систем улавливания и хранения углекислого газа, в том числе электролиза воды, прежде всего, благодаря энергии объектов атомной, гидро-, ветряной и солнечной энергетики. Значительными перспективами обладают новоиспеченные технологии низкоуглеводного получения водорода, а именно технологии пиролиза метана.

У мировых экспертов нет одного мнения в возможных объемах мирового рынка водорода. Диапазон расценок глобального спроса на водород к 2050 году варьируется в рамках от нескольких десятков до почти 700 млн тонн в год.

### Формирование водородной энергетики в России

В 2019 году Россия примкнула к Парижскому соглашению по климату, тем самым поддержала международные попытки по противодействию изменению климата, охране атмосферы и целесообразному природопользованию.

Сейчас государство является одним из гарантов мировой энергетической безопасности, поставляющая природный газ – в особенности экологическим чистым ископаемым источником энергии – европейских и восточных партнеров.

Одна из основных задач, зафиксированных в Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года, – на базе существующих компетенций в области традиционной энергетики, сформировать возможность России в новейших перспективных направлениях, образуя свою научную и техническую платформу энергетики будущего и набирая экспорт высокотехнологичных решений и несырьевой продукции.



Рисунок 1. Ту-155. Самолет на криогенном топливе.

Невзирая на то, что российский топливно-энергетический и электроэнергетические балансы сейчас представляют собой одних из самых «зеленых» в мире, Россия проводит предстоящую работу над совершенствованием применения альтернативных источников, в частности над расширением применения водорода на внутреннем рынке.

В роли более перспективных курсов сейчас рассматривается применение водорода в роли энергоносителя на транспорте, в энергетике и промышленности. Кроме этого, водород имеет серьезную перспективу в будущем для энергоснабжения потребителей энергетически изолированных районов и регионов с особыми требованиями экологичности, ярким примером можно привести территории Арктики.

Наше государство располагает значительными конкурентоспособными преимуществами: высоким энергетическим потенциалом и ресурсной основой, генерирующими мощностями, территориальной близостью к возможным потребителям водорода, научно-исследовательским задатком в области производства, перевозки и хранения водорода, а также работающей транспортной инфраструктурой.

Для реализации существующего в стране потенциала в октябре 2020 года правительством была ратифицирована дорожная карта по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года, целью которой – рост производства и потребления водорода, а также вход в страны являющиеся мировыми лидерами по его производству и экспорту. В данный момент сформирован проект Концепции развития водородной энергетики, в котором выражены приоритеты формирования с установлением краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных целей.

Одной из главных задач, на которой предстоит сконцентрироваться, обязана явиться создание конкурентоспособных технологий производства водорода как из ископаемого сырья, прежде всего природного газа, так и электролизом воды на базе АЭС и ВИЭ. Причем, необходимо продолжить работу по развитию в стране возобновляемой энергетики, акцентируя большее внимание к снижению себестоимости, получаемой от солнечных и ветровых станций электроэнергии, для организации экономически действенного производства водорода с меньшим углеродным следом.



Рисунок 2. Применение водорода на НПЗ.

Особое внимание заслуживает разработка технологий действенной и надежной перевозки и резервирования водорода, не имеющих на сегодняшний день в достаточной степени развития для глобального применения в промышленном секторе. Для получения достойных результатов понадобится совершенствование отечественной научной школы и профессиональных кадровых компетенций, основание инжиниринговых центров и баз для проработки пилотных проектов, в том числе разработка надлежащей нормативной базы по типизации и в области безопасности по всему алгоритму жизненного цикла от производства до использования водородных энергоносителей. Для вывода на рынок новоиспеченных решений нужно снабдить и законодательную поддержку водородной энергетики.

Формирование всех этих курсов предусмотрено контексте дорожной карты по развитию водородной энергетики. К 2024 году намечена исполнение ряда пилотных проектов в зоне водородной энергетики, обращенных, включительно, на образование и использование пилотных устройств производства водорода без выбросов углекислого газа, реализацию, создание и проведение опытов газовых турбин на метано-водородном топливе, разработка опытного образца железнодорожного транспорта на водороде и опытных полигонов низкоуглеродного производства водорода на объектах обработки углеводородного сырья и добычи природного газа, производство водорода с применением атомных электрических станций.

\*\*\*

1. Текущая ситуация и перспективы развития водородной энергетики за рубежом и в России: проблемы и задачи правового регулирования. Ратушняк П.С. Правовой энергетический форум. 2021. № 1. С. 47-54. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45671977>.
2. Управление процессами реализации стратегии развития кузбасса на период до 2035 года. Цивилев С.Е. Экономическое возрождение России. 2021. № 2 (68). С. 5-19. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46220691>.
3. Водородная энергетика: перспективы и вызовы для России. Зворыкина Ю.В., Павлова О.А. Менеджмент и бизнес-администрирование. 2021. № 3. С. 126-139. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46685488>.



## РАЗДЕЛ XXXI. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

**Kazankov A.A., Zhukova Yu.V.**  
**Automated semiconductor meter**

*Ulyanovsk State Technical University*  
*(Russia, Ulyanovsk)*

doi: 10.18411/trnio-11-2022-387

**Abstract**

The article contains a brief analysis of the information content of the main characteristics of semiconductor devices (SD) and considers the features of measuring the volt-ampere (I-V) and volt-farad characteristics (C-V) of SD for the purposes of their diagnostics. A variant of constructing an automated hardware and software complex (HSC) for measuring the characteristics of a SD operating on the principle of static measurement is suggested. This version of the HSC provides high measurement accuracy, control flexibility combined with wide functionality, including the ability to diagnose the SD by I-V derivatives and measure drift of the reverse current and forward voltage at the SD at a given electrical mode. The authors consider a variant of the HSC implementation as well as main technical characteristics of the developed prototype of the HSC complex. Besides, the modes of its operation and application examples for diagnostics of semiconductor diodes are described. The authors take into consideration software that provides the measurement process control and measurement results processing.

**Keywords:**

semiconductor devices, characteristic meter, electrical parameters, microwave p-i-n diodes, measurement, defect detection.

**Аннотация**

Представлен краткий анализ информативности основных характеристики полупроводниковых приборов (ППП) и рассмотрены особенности измерения вольт-амперных (ВАХ) и вольт-фарадных характеристик ППП для целей их диагностики. Предложен вариант построения автоматизированного аппаратно-программного комплекса (АПК) для измерения характеристик ППП, работающего по принципу статического измерения. Предложенный вариант АПК обеспечивает высокую точность измерения, гибкость управления в сочетании широкими функциональными возможностями, включая возможность диагностики ППП по производным ВАХ и измерения изменения во времени (дрейфа) обратного тока и прямого напряжения на ППП при заданном электрическом режиме. Рассмотрен вариант реализации АПК и приведены основные технические характеристики разработанного прототипа АПК; описаны режимы его работы и примеры их применения для диагностики полупроводниковых диодов, а также программное обеспечение, обеспечивающее управление процессом измерения и обработку результатов измерения.

**Ключевые слова:** полупроводниковые приборы, измеритель характеристик, электрические параметры, p-i-n диоды, измерение, выявление дефектов.

Semiconductor devices (SD) are the main elements of modern electronic equipment. One of the most important stages in the manufacturing process of electronic devices using SD is their quality control which is to in check the SD parameters for compliance with the technical conditions requirements [1, 2]. The reliability and service life of the electronic equipment itself depends on the quality and reliability of the SD, the influence of the technical process of assembly and installation of electronic components and modules. Particularly relevant is the problem of quality control of one of the least reliable classes of SD – high power microwave transistors and p-i-n diodes.

At present, a large number of methods and devices have been developed for studying and characterizing the properties of SD containing one or more p-n junctions. [3–8]. Many of these devices have data output to a personal computer (PC). As a rule, devices with two-way PC interfacing [3–5] have limited metrological capabilities for setting electrical voltages to the tested SD, the value of which is limited by the interval  $\pm 10$  V. The specified voltage range is not enough for many classes of SD (microwave transistors, p-i-n diodes). The 4200-SCS system (Keithley, USA) is often used as the basis for the measuring complex [7].

The purpose of this work is a brief overview of modern methods for the SD characteristics measuring, as well as the development of an automated hardware-software complex (HSC) on their basis for measuring the characteristics of the SD combining high measurement accuracy and a wide range of setting the parameters of the electrical mode of the SD, low cost, the possibility of processing and displaying the results of measurements by software on a PC, including the possibility of diagnosing the SD by the derivatives of the I–V characteristics and measuring drift of the reverse current and forward voltage at the measurement object in a given electrical mode.

### 1. The main characteristics of the SD and methods for their measurement

When studying the electrical properties of SD and heterostructures, the main problem is to determine the optimal set of their characteristics, the combination of which would allow obtaining the maximum amount of information about the electronic processes occurring in the object under study. With an increase in the set of measured characteristics of the SD, the complexity, cost, weight and size indicators of the measuring unit of the curve tracer increase.

The main task in choosing a set of measured SD characteristics is to find the most measurable ones and, at the same time, providing the maximum amount of information about the state of the SD crystal [5]. Among the possible characteristics of SD, the most measurable and most widely used are:

- current-voltage characteristics (I-V);
- capacitance-voltage characteristics (C-V);
- noise (dependence of the noise process dispersion on the voltage (current) at the SD, the temperature of the device, the exposure time).

### 2. HSC hardware

Based on the analysis of the variants of the automated complexes design for measuring the characteristics of the SD [3-5] described in the literature, it was decided to perform the measuring unit of the HSC in a remote housing separate from the personal computer with its own linear power source. In this way, it is possible to reduce the impulse pickups in the measuring and control circuits, as well as to expand the range of stimulating effects on the SD due to the own power supply of the measuring unit. The block diagram of the developed HSC is shown in Figure 1. The HSC consists of three main functionally and structurally complete parts: the measuring unit of the device, the PC and the contacting device.

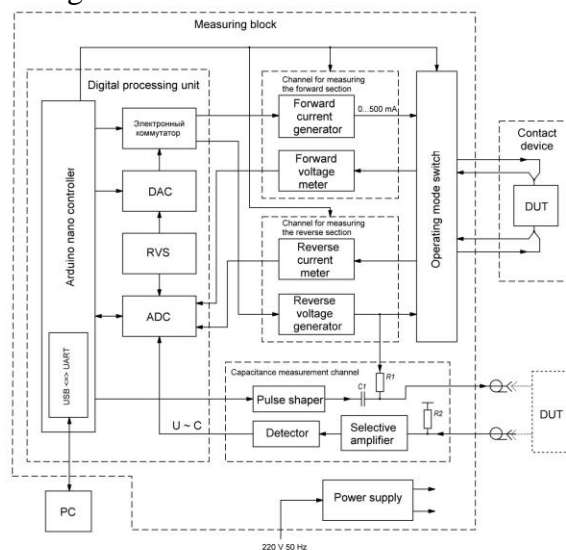


Figure 1. The block diagram of the HSC for measuring the characteristics and diagnosing the SD.

The operation of the HSC is based on a static (or continuous) method for measuring the I–V characteristics and C–V characteristics which provides for the supply of electrical influences to the semiconductor device under test (DUT) changing in time with a given step.

Communication with the PC of the remote measuring unit is two-way and is through the USB interface which is the most common in most PCs today. The PC is designed to set the types and modes, measurement scenario, display the results obtained in the form of graphs and tables, and calculate the required characteristics based on the measured I–V and C–V.

The measuring unit is for reading data from a PC, converting data into electrical effects (voltage or current) on the SD, measuring the response of the SD to the impact data, digitizing the data and transferring them back to the PC.

The measuring unit consists of the following functionally completed units: a channel for measuring the forward section of the I–V characteristics, a channel for measuring the reverse section of the I–V characteristics, and a channel for measuring the C–V characteristics.

The channel for measuring the direct branch of the I–V characteristics contains a generator (source) of direct current and a direct voltage meter that are connected to the electrodes of the SD using an operating mode switch.

The forward current generator is a voltage controlled current source based on an Analog Devices AD823 operational amplifier (op-amp) with a powerful composite transistor at the output. The op-amp is connected according to the error amplifier circuit, and the current flowing through the SD is controlled by the voltage on the switched reference resistors.

The forward voltage meter is also a resistive divider on reference resistors. The output signal is directly fed to the analog-to-digital converter (ADC). The forward voltage meter has two measurement ranges (0...1 V, 1...10 V). Switching is carried out automatically depending on the voltage at the SD.

Thus, the channel for measuring the direct section of the I–V has two forward current setting ranges: 0.01 ... 36, 36 ... 500 mA, with the possibility of changing the forward drop at the SD terminals from 0 to 10 V.

The channel for measuring the reverse section of the I–V characteristics provides for setting the reverse voltage on the SD and measuring the reverse current flowing through the SD, and contains a reverse voltage generator (source) and a reverse current meter.

The reverse voltage generator is a pulse-width modulated (PWM) fly-back converter based on the UC3843 PWM controller chip. The range of generated reverse voltages is 0.15...614 V.

The reverse current meter has 4 measurement ranges: 0.1...100 nA, 100...1000 nA, 0.1...100  $\mu$ A, 0.1...1 mA. Range switching is carried out automatically depending on the reverse current flowing through the SD.

The reverse current meter is made on 4 reference resistors (switchable depending on the measurement range), the voltage drop across which is used to calculate the reverse current through the SD. In order to reduce the measurement error, the voltage drop across the current-measuring resistors is compensated by a corresponding increase in the reverse voltage applied to the SD.

The operation of the SD capacitance measurement channel is based on the method of capacitive-ohmic divider [9], the essence of which is to determine the capacitance value from the voltage drop on the active arm of the capacitive-ohmic divider generated by the current. Its value is determined by the reactive conductivity of the measured capacitance of the SD. To measure C–V characteristics with this method, an AC voltage source and a DC bias source are required.

The timer of the microcontroller ATmega328P-AU is used as a master alternating voltage generator that allows performing the operation of dividing the clock frequency of 16 MHz by integers. The following range of frequencies is used to measure the C–V characteristics: 0.25 MHz, 0.5 MHz, 1 MHz, 2 MHz. The signal from the microcontroller is fed to the shaper, then it is summed up with the reverse bias voltage on the C1, R1 circuits and fed to the SD. The SD response voltage is applied to a selective amplifier and detected. Thus, at the output of the capacitance measurement channel, a constant voltage is formed. It is determined by the value of the measured capacitance and fed to the ADC of the digital processing unit.

The capacitance measurement channel has three capacitance measurement ranges: 0.5...30 pF, 30...100 pF, 100...200 pF, when the reverse voltage at the SD terminals changes from 0.15 to 614 V.

The digital processing unit contains a managing controller that controls an electronic switch for switching the operating modes of the meters, a digital-to-analog converter (DAC) for setting the forward current and reverse voltage values.

The digital processing unit uses a Microchip MCP4921 DAC with a resolution of 12 bits. The MCP4921 chip does not contain a reference voltage source (RVS). Therefore, an ION an Analog Devices REF195 chip was used in the digital processing unit.

The ADS1115 chip with a resolution of 16 bits from Texas Instruments was used as an ADC. The main advantages of the ADS1115 chip is the presence of a built-in programmable gain amplifier and a 4-channel multiplexer at the input.

The Arduino Nano controller generates control signals for all meters, sets the initial conditions for measurements, reads the measurement results and provides information exchange with the PC via the USB connector via the virtual RS 232 interface. The Arduino Nano controller [10] was used as a control unit due to its availability, low cost and ease of programming, as well as the presence of a built-in USB-UART converter.

The Arduino Nano controller controls the measurement range automatically, processes and stores the received data from all meters, and provides synchronization when transferring data to a PC.

In order to reduce random and systematic errors in the HSC, a 4-wire connection scheme for the SD was used. In a 4-wire measurement circuit, current flows through one set of lead wires and voltage is sensed by another set of leads. The voltage is measured directly at the SD, rather than at the point of connection of the current source. This allows excluding the resistance of the lead wires and transition contacts from the measuring circuit. The feature described above allows using contacting devices with different lengths of lead wires without calibration of the meter.

### 3. Software and processing capabilities

The software of the complex that controls the process of measuring the characteristics listed above is a data collection macro for software based on Microsoft Excel. The data collection macro was written by means of the high-level programming language VBA [11]. It was chosen due to the availability and ease of managing data transfer via the RS 232 interface. The choice of Microsoft Excel as the control software is due to the simple user interface, ease of managing the experiment, and high speed processing results, visual presentation of data. In addition to standard measurement scenarios, the user can create their own unique scenarios. When further processing and saving measurement results, making graphic dependencies, Microsoft Excel contains a wide range of tools. It is possible to use them without knowledge of programming languages.

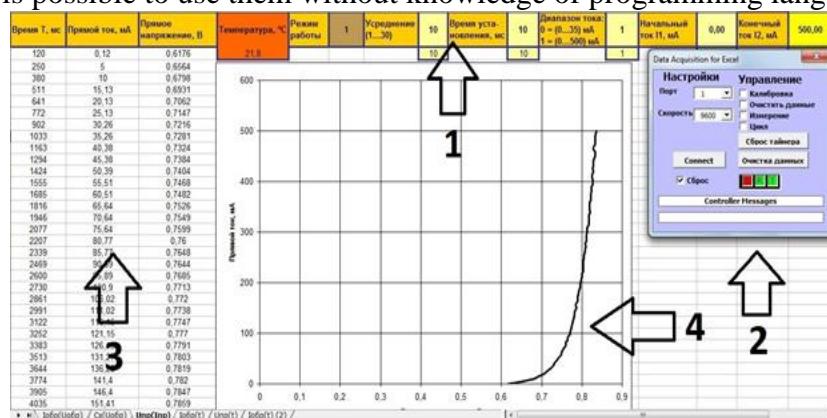


Figure 2. General view of the control software interface.

A general view of the software interface with a description of its main elements is shown in Figure 2. The initial conditions for measurements are set. Window 2 is for managing the connection to the measuring unit of the device, then the connection parameters (port and connection

speed) are selected, and the measurement process is started and stopped. Area 3 displays the values of the measured characteristics in the form of a table. Area 4 is for graphical representation of the measured dependencies.

\*\*\*

1. Chernyshev, AA Fundamentals of the reliability of semiconductor devices and integrated circuits // M. : Radio i svyaz', 1988. – 256 s.
2. Gorlov, MI Modern methods of quality control and reliability of semiconductor products // Ulyanovsk : UIGTU, 2020. – 470 s.
3. Belyayev, SV Automated complex based on the ADuC812 microchip for measuring the electrical parameters of semiconductors // Doklady TUSUR. – 2005. – № 3 (11). – S. 5–11.
4. Davydov, VN Measuring methods and an automated complex for the study of opto- and nanoelectronic devices // Doklady TUSUR. – 2015. – № 1 (35). – S. 64–74.
5. Davydov, VN, Troyan, PYe, Zaytsev, NG Belyayev SV, Automated complex for the study of semiconductor structures // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2006. T. 309. № 8.
6. Frolov, IV Automation of the measurement of electrical characteristics of semiconductor devices using PSoC / Frolov, IV, Radayev, OA, Sergeyev, VA // Avtomatizatsiya protsessov upravleniya. – 2016. – №3. – S. 104–110.
7. Gudkov, GV Measuring complex of characteristics of microstructures on a plate // Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. 2016. № 7 (98). – S. 12–16.
8. Characterograph L2-100 TEKO. URL: <https://www.test-expert.ru/catalog/detail.php?ID=574> (date of access: 10/28/2022).
9. GOST 18986.4-73/ Semiconductor diodes. Capacitance measurement methods – M. : IPK Izdatel'stvo standartov, 2004.
10. Petin, VA Projects using the Arduino controller / SPb.: BKHV-Peterburg, 2014. – 400 s.: il.
11. Berndt, G Measurement, control and regulation using VBA macros in Word and Excel // K.: MK-Press, SPb.:KORONA-VEK, 2008. – 256 s.

## РАЗДЕЛ XXXII. ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Авксентьев В.А., Иванова С.Ю., Шульга М.М.

Миграционный фактор этнополитических процессов на Северном Кавказе

Южный научный центр РАН  
(Россия, Ростов-на-Дону)

doi: 10.18411/trnio-11-2022-388

**Аннотация**

В статье раскрываются особенности миграционных процессов на Северном Кавказе, подчеркивается их значение в сфере построения межнациональных отношений и профилактики экстремизма. Делается вывод о том, что неконтролируемая миграция создает почву для возможных экстремистских проявлений. Высказывается ряд рекомендаций, в числе которых создание рабочих мест, нейтрализация сохраняющихся опасных негативных стереотипов как со стороны мигрантов, так и со стороны принимающих сообществ, активизация политики идентичности и совершенствование государственно-конфессиональных отношений. Статья подготовлена в рамках проекта «Институциональные, исторические и культурные рамки формирования общероссийской идентичности на Северном Кавказе» Программы научных исследований, связанных с изучением этнокультурного многообразия российского общества и направленной на укрепление общероссийской идентичности на 2020-2022 гг. (№ 00-22-23, № государственной регистрации 121062800066-6), реализуемого в рамках ГЗ ЮНЦ РАН на 2022 г.

**Ключевые слова:** миграция, особенности миграционного процесса, этнополитические процессы, политика идентичности.

**Abstract**

The article reveals the features of migration processes in the North Caucasus, emphasizes their importance in the field of building interethnic relations and preventing extremism. It is concluded that uncontrolled migration creates the ground for possible extremist manifestations. A number of recommendations are made, including the creation of jobs, the neutralization of persistent dangerous negative stereotypes both on the part of migrants and on the part of host communities, the activation of identity politics and the improvement of state-confessional relations. The article was prepared within the framework of the project «Institutional, historical and cultural framework for the formation of the All-Russian identity in the North Caucasus» of the Program of scientific research related to the study of the ethnocultural diversity of Russian society and aimed at strengthening the all-Russian identity for 2020-2022 (No. 00-22-23, State Registration No. 121062800066-6), implemented within the framework of the State Research Center of the Russian Academy of Sciences for 2022.

**Keywords:** migration, features of the migration process, ethno-political processes, identity politics.

Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) – это территория межкультурного диалога народов. В известном смысле культурное разнообразие и особый менталитет региона – это результат миграционных процессов исторического прошлого, нового и новейшего времени. По некоторым данным, население Северного Кавказа в постсоветский период в результате миграции пополнилось более чем на 1 млн чел. [1].

После образования СКФО миграционным процессам в округе традиционно уделяется большое внимание с учетом политэтничности и поликонфессиональности населения. Миграционный приток в СКФО находится в центре внимания Управления Федеральной службы государственной статистики по Северо-Кавказскому федеральному округу, Министерства Российской Федерации по делам Северного Кавказа, аппарата полномочного представителя Президента РФ в СКФО. Особенности современных миграционных потоков в

СКФО напрямую связаны с их количественными показателями. По результатам переписи 2021 СКФО – единственный регион с отрицательным миграционным приростом (Таблица 1).

Таблица 1

Миграция в РФ в январе-декабре 2021 года (на 1000 человек постоянного населения)  
[2]

	РФ	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
Миграция – всего									
Прибывшие	29,2	28,4	39,1	29,5	16,7	26,2	30,6	29,8	38,5
Выбывшие	26,3	23,8	33,8	24,0	17,0	25,1	28,1	29,0	37,5
Миграционный прирост	2,9	4,6	5,3	5,5	-0,3	1,1	2,5	0,8	1,0
В пределах России									
Прибывшие	24,6	23,0	34,5	23,8	15,0	23,3	25,6	25,0	31,9
Выбывшие	24,6	21,7	32,1	22,2	16,2	24,1	26,6	27,3	35,2
Миграционный прирост	0,0	1,3	2,4	1,6	-1,2	-0,8	-1,0	-2,3	-3,3
Со странами СНГ									
Прибывшие	4,2	4,9	4,1	5,2	1,4	2,6	4,7	4,5	5,9
Выбывшие	1,4	1,9	1,4	1,6	0,6	0,9	1,4	1,5	2,0
Миграционный прирост	2,7	3,0	2,7	3,6	0,8	1,7	3,4	3,0	3,8
Со странами дальнего зарубежья									
Прибывшие	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,7
Выбывшие	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
Миграционный прирост	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4

В силу значительного сокращения с 2010-2014 гг. интенсивного миграционного притока из стран ближнего и дальнего зарубежья проблема миграции, адаптации и интеграции мигрантов в СКФО утратила прежнюю остроту. Как показывают массовые опросы последних лет, миграция перемещается на последние строчки рейтинга проблем, тревожащих население [3, с. 8].

Тем не менее миграционные потоки сохраняются. Трудовые мигранты прибывают из стран ближнего зарубежья – Абхазии, Армении, Азербайджана, Киргизии, Узбекистана, Украины, Южной Осетии, а также из стран дальнего зарубежья – Вьетнама, Китая, Сирии, Турции. Если проследить конкретные миграционные притоки, то можно выделить следующие страны исхода и субъекты приема РФ СКФО: Южная Осетия-Государство Алания – Северная Осетия Алания (осетины-южане); Армения, Азербайджан, Вьетнам, Казахстан, Киргизия, Китай, Украина – Ставрополье (армяне, азербайджанцы, вьетнамцы, русские, киргизы, казаки, китайцы); Сирия, Турция – Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия (адыги – черкесы – потомки мухаджиров).

В СКФО отмечается также и выезд местного населения за пределы округа. К причинам такового относятся: сохраняющиеся риски террористической и экстремистской направленности, следствия этнических конфликтов и нерешенность многочисленных социально-экономических вопросов, фоновая напряженность межэтнических отношений.

Незначительное число трудовых мигрантов в последние годы не влияет существенно на социальное и экономическое состояние жителей СКФО, на их материальное положение и на их заработок; местные жители не склонны видеть в мигрантах успешных конкурентов в сфере собственности, трудоустройства, карьерного роста, отъема рабочих мест.

Более пристального внимания и изучения требует внутренняя миграция, т.е. перемещение граждан РФ между регионами (прежде всего, из республик РФ СКФО в

Ставропольский край), однако в общественном мнении они не фиксируются как мигранты. Жители СКФО отмечают наличие небольших групп мигрантов, однако в общем плане не усматривают в них опасности для собственной культуры, языка, традиционного обрядового и религиозного комплекса. Уровень лояльности местных жителей СКФО к мигрантам, приезжим из других регионов РФ определяется не этноцентристскими или этнолояльными установками, а, прежде всего, общими экономическими и социальными ресурсами региона, которые крайне ограничены. Общая лояльность жителей СКФО разных категорий к этнической идентичности и культуре мигрантов проявляется как закономерная и выработанная социальная установка, присущая жителям СКФО как полиэтничного и поликонфессионального региона. [4].

Большинство жителей региона проявляют интерес, уважение, гуманное отношение к мигрантам вне зависимости от их этнической и религиозной принадлежности; в то же время общественное мнение фиксирует некоторую обеспокоенность возможным увеличением притока мигрантов связи с существенными проблемами экономического развития и социальной обеспеченности местных жителей. Особенно эта тревога выросла в связи с существенным сокращением рабочих мест в условиях пандемии и закрытия предприятий малого бизнеса. Отношения мигрантов и резидентов улучшились в связи с тем, что этнические конфликты переместились на локальный уровень, меньше влияют на общественно-политическую ситуацию [4].

Миграционный приток в СКФО может увеличиться в связи с тем, что все регионы федерального округа Правительством РФ включены в реестр территорий приоритетного расселения соотечественников. [5] Однако объективные обстоятельства и факторы ставят под сомнение перспективы увеличения миграционных потоков в СКФО, а именно:

- слабость экономического положения субъектов РФ СКФО, дотационность бюджетов, неразвитость производственной сферы и узость (если не сказать) отсутствие свободного рынка рабочих мест, низкий уровень жизни большинства населения, высокий уровень безработицы в большинстве регионов;
- малоземелье, проживание граждан в ветхом и аварийном жилье, изношенность коммуникаций (в том числе, обеспечивающих первейшие жизненные потребности), отсталость логистических связей, слабость ЖКХ, нехватка детских дошкольных учреждений и средних образовательных школ, невысокий уровень медицинского обслуживания, перенасыщенность рынка образовательных услуг и часто их невысокое качество;
- отсталость развития мелких населенных пунктов, отдаленных поселений, станиц, хуторов и аулов, перенаселённость крупных городов (как и их хаотичная нелегитимная в частых случаях застройка), слабость муниципального управления, неэффективное использование курортно-реакционных ресурсов, нанесение вреда природным комплексам;
- отсутствие масштабных объединяющих производственных и общественно-значимых проектов, программ перемещения трудовых ресурсов, масштабных программ социального общения молодежи.

С повестки дня, как показали события 2019-2022 гг., не снимаются террористическая угроза, распространение радикальных вероучений, вербовка молодежи в «спящие ячейки» террористов, стремления региональных сообществ к этнотерриториальному капсулированию, этноконфессиональной архаизации, этнократизации политики и управления.

Миграционные потоки потенциально усиливают риски этнополитической нестабильности в регионе, имеющем свои исторически и социально-политически обусловленные точки напряженности и противоречий.

Наличие в СКФО неразрешенных и неурегулированных проблем (территориальных, земельных, статусных) выступает базой для периодически вспыхивающих конфликтов, которые можно идентифицировать как этнические. В большинстве таких конфликтов



требования выдвигаются не столько к другим этническим группам, сколько к представителям власти, которые, как считают представители определенных этнических групп, не решают накапливающиеся вопросы, либо решают их несправедливо с точки зрения той или иной этнической группы.

Более сложная ситуация складывается в конфессиональной сфере, причем это в большой степени внутрiconфессиональные противоречия – между т.н. «традиционным» исламом и новыми для региона течениями в исламе. Для глубоко погруженных в религиозную жизнь республик Восточного Предкавказья религиозные различия, богословские разночтения играют большую роль. Приверженцы радикальных форм ислама используют как богословскую риторику, так и социальное недовольство больших слоев населения, особенно молодежи, для привлечения сторонников, предлагая альтернативное, «более справедливое» устройство общества с опорой, как они утверждают, на «истинный» ислам. На Северном Кавказе прослеживается заметный социокультурный раскол между светской и религиозно фундированной частями региона, имеющими не только территориальный, но и этнический аспекты. В случае роста миграционных потоков из мусульманских стран этот раскол может увеличиться.

В целях профилактики экстремизма и межэтнических конфликтов требуется оптимизация политики идентичности в регионе. В этой деятельности необходимо выделить два уровня.

Первый – системные меры, ориентированные на укрепление общероссийской гражданской и цивилизационной идентичности. Второй – мероприятия «ближнего действия», направленные на решение конкретных проблем.

На системном уровне необходимо ставить долговременную цель расширения светского компонента общественной жизни. Важно определиться с тем, на каком идеологическом основании государство поддерживает те или иные религии и религиозные направления, а каким противодействует.

Укрепление общероссийской гражданской идентичности – главный приоритет национальной политики РФ. В этой связи представляется целесообразным усиливать общероссийскую направленность региональной политики идентичности, укреплять гражданское самосознание (гражданскую идентичность).

Базовым институтом гражданской социализации является образование. В этом контексте образование потенциально способно достаточно быстро обеспечить интеграцию молодежи, в том числе и мигрантов, на основе общероссийских ценностей, одинакового понимания закономерностей и перспектив развития общества. Однако для этого необходима четкая артикуляция общероссийских ценностей во всех нормативных документах и реконструкция системы целенаправленной гражданской социализации, комплекса мер по адаптации и интеграции прибывающих на постоянное место жительства в СКФО представителей различных этнических и конфессиональных групп.

В области культурной политики необходимо закрепление и продвижение позиций русского языка и русской культуры в образовательном пространстве поликультурного макрорегиона для успешной социализации и самореализации молодежи, что особенно актуально с учетом трудоизбыточности Северного Кавказа, высокого естественного прироста населения в восточных республиках региона и неизбежным оттоком населения, прежде всего молодежи, в труднедостаточные регионы России.

Необходимо решать проблемы миграции в контексте межэтнических отношений, отношений мигрантов (в том числе, второго поколения) и старожильческого населения при стабилизации этнополитических процессов в регионе с учетом того, что сегодня ушли в прошлое острые межэтнические конфликты между этническими мигрантами и местным населением 90-х-2000-х гг. Проблема миграционного фактора в системе этнополитических и этноконфессиональных процессов имеет мировое значение, а также большое внутригосударственное значение для современной России.

\*\*\*

1. Ефимов Ю.Г. Миграция на Северном Кавказе в постсоветский период и ее влияние на социально-политическую составляющую политического процесса // Социально-гуманитарные знания. 2011. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/migratsiya-na-severnom-kavkaze-v-postsovetSKIY-period-i-ee-vliyanie-na-sotsialno-politicheskuyu-sostavlyayuschuyu-politicheskogo-protsessa> (дата обращения: 16.10.2022).

2. Щербаква Е. Миграция в России, предварительные итоги 2021 года // Демоскоп Weekly. 2022. № 937-938. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2022/0937/barom01.php> (дата обращения: 16.10.2022).
3. Аналитический отчет о результатах мониторинга состояния межнациональных и этноконфессиональных отношений в Ставропольском крае в 2021 г. Ставрополь, 2021. 60 с.
4. Межэтнические отношения и миграционная ситуация в СевероКавказском федеральном округе. Экспертный доклад. Научное монографическое издание / Научн. конс. В.А. Тишков, отв. ред. М.А. Аствацатурова/ Реценз. Б.В. Аксюмов. Ставрополь: Изд-во СКФУ. 2018. 190 с.
5. Государственная программа переселения соотечественников в Россию. URL: <http://posobie-help.ru/nalogi-i-zakony/zakonodatelnaya-baza/programma-pereseleniya-sootchestvennikov-v-rossiyu.html> (дата обращения: 16.10.2022).
6. Реализация гуманитарного предметно-дисциплинарного цикла в школах и вузах в аспекте формирования российской идентичности, воспитания гражданской ответственности и солидарности в регионах Северо-Кавказского федерального округа. Экспертный доклад. Научное издание / Научн. конс. В.А. Тишков. Отв. ред. М.А. Аствацатурова. Пятигорск: ПГУ, 2017. 108 с.

**Гриценко Г.Д.**

**Политизированная этничность на Северном Кавказе: результаты экспертного анализа**

*Федеральный исследовательский центр «Южный научный центр Российской академии наук» (ЮНЦ РАН)  
(Россия, Ростов-на-Дону)*

*doi: 10.18411/trnio-11-2022-389*

**Аннотация**

В статье приведены рассуждения экспертов о роли политизированной этничности на Северном Кавказе. Полученный в ходе опроса исследовательский материал позволил сделать вывод, что в этнополитической сфере Северного Кавказа происходит актуализация конфликтного потенциала политизированной этничности. Установлено, что основные причины роста конфликтности политизированной этничности находятся в сфере этнополитического менеджмента. Это требует обязательности научной обоснованности принимаемых управленческих решений.

**Ключевые слова:** Северный Кавказ, политизированная этничность, опрос экспертов.

**Abstract**

The article presents the arguments of experts on the role of politicized ethnicity in the North Caucasus. The results of the conflict-risk analysis of expert assessments obtained during the survey are presented. The accumulated research material led to the conclusion that in the ethno-political sphere of the North Caucasus, the conflict potential of politicized ethnicity is being actualized. It has been established that the main reasons for the growth of the conflictogenicity of politicized ethnicity are in the field of ethno-political management. This requires the obligatory scientific validity of the adopted managerial decisions.

**Keywords:** North Caucasus, politicized ethnicity, expert survey.

**Введение.** В настоящее время Северный Кавказ, с достаточно сложными, а нередко трагическими страницами своей истории, перестал быть конфликтным регионом России. Северокавказское сообщество активно интегрируется в российское социокультурное пространство. Однако, как свидетельствует социальная практика, положительные результаты в этнополитической сфере были достигнуты преимущественно за счет эффективной деятельности силовых структур, а также обострения геополитической ситуации на южном стратегическом направлении. Сохранилось значительное число конфликтных факторов. В результате позитивные изменения в СКФО не носят устойчивого характера. В этих условиях существует необходимость систематически проводить мониторинг этнополитической ситуации в северокавказском макрорегионе. Без этого невозможно обеспечить стабильность и безопасность в регионе, гарантировать социокультурную

интеграцию северокавказского сообщества в российское общество. Важно установить, какие тенденции этнополитических процессов на Северном Кавказе приобретают конфликтный характер.

**Методы и материалы.** Для выявления функционирующих в этнополитической сфере Северного Кавказа трендов использовались, главным образом, конфликтологический [1; 2] и рискологический [3; 5; 6; 9] методы. Опора на данную методологию дала возможность выявить латентные источники конфликтов в общественно-политической жизни северокавказского региона и определить основные причины актуализации конфликтного потенциала этнополитических процессов.

Основным эмпирическим методом стал опрос экспертов. Именно благодаря экспертному опросу создается возможность уточнить знания о тенденциях функционирования общественно-политических процессов в северокавказском сообществе, получить экспертную оценку о причинах господствования в региональном пространстве этнополитических феноменов, обладающих конфликтным содержанием. Критериями отбора экспертов были: наличие ученой степени, высокий уровень научно-публикационной активности в области этнополитической регионалистики, постоянное участие в экспертно-аналитической деятельности, наличие опыта работы в научно-исследовательских проектах по исследуемой проблематике. Именно это определило количество участников и территории опроса. В нем приняли участие 20 экспертов из Дагестана, Северной Осетии-Алании, Адыгеи, Карачаево-Черкесии, Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев. Опрос проводился в ноябре 2020 года.

**Обсуждение результатов исследования.** Анализ результатов опроса в рамках конфликтологической парадигмы позволил сделать вывод, что одной из значимых тенденций общественно-политической жизни северокавказского сообщества стала ее этнизация, в результате которой актуализировалась политизация этничности, что ведет к усилению конфликтного содержания этнополитических процессов.

Известно, что в зарубежной, особенно американо-британской, научной литературе проблемы, связанные с этничностью, ее политизацией, рассматриваются, главным образом, через описание негативных последствий политизированного этнического фактора. Наиболее значительной за последние годы работой по изучению политизированной этничности стало исследование А. Вебера, У. Хайерса, А. Флескена «Политизированная этническая принадлежность. Перспективы сравнительной политики» (2016 г.), выводом которого стало: одним из серьезных негативных последствий политизация этничности является повышенный риск насильственных конфликтов [10]. Эту точку зрения разделяет и ряд других исследователей [7; 8], в частности, А. Адедиджи констатировал, что в отличие от этничности как таковой политизированная этничность является непосредственным источником конфликтов [4].

С данной точкой зрения согласно абсолютное большинство участников экспертного опроса: 15 экспертов из 20 утверждают, что политизированная этничность изначально формируется в качестве конфликтогенного фактора. При этом, как подчеркивают респонденты, *«сама по себе этничность и этническое многообразие не конфликтогенны»*. Однако *«апеллирование к этничности зачастую позволяет на местах оформиться националистическим движениям как активным политическим акторам <... > происходит превращение этничности в собственно политическую силу <...> Включение в политические процессы и постановка политических целей перед этнической группой обязательно вызовет презентацию интересов данной группы с помощью этнической риторики, что канализирует борьбу за политические цели в плоскость межэтнических взаимодействий, в том числе и конфликтных»*. По мнению ряда экспертов, политизированная этничность может стать *«продуктом этнического национализма, который порождает сепаратизм, территориальные и статусные претензии к государству, региону, соседним этническим сообществам»*.

В то же время, несмотря на преобладание утверждения о конфликтном потенциале политизированной этничности, для четверти участников опроса характерен не столь однозначный взгляд на анализируемое явление. Эксперты считают, что *«вопрос о конфликтности или даже угрозе общественным и государственным институтам со стороны политизированной этничности»* остается дискуссионным, поскольку *«в российской науке и российском общественно-политическом дискурсе конвенциональных определений этничности, < ... > политизированной этничности, несмотря на почти сорокалетнее существование этнополитического направления в политической науке < ... >, так и нет».*

Итак, *«присутствующая в СКФО «политизированная этничность», по мнению большинства участников экспертного опроса, содержит значительный конфликтный потенциал».*

В связи с этим возникает вопрос: при каких условиях конфликтный потенциал может стать реальным, действующим. В рамках рискологического анализа все многообразие причин, названных экспертами, может быть сведено к одной: это степень «качества» управленческих решений, принимаемых как на различных уровнях власти, так и этнополитической, религиозной элитой. Данная экспертная точка зрения на возможные причины согласуется с рискологической парадигмой: неизбежным продуктом принятия любого решения является риск, допустимость, приемлемость которого определяется политической оценкой [3].

Среди возможных причин как следствия управленческих решений можно выделить три максимально обобщенные причины. Во-первых, это *«наличие этнических административно-территориальных образований».* Их существование, как утверждают эксперты, *«содержит скрытый конфликтный потенциал, который возникает в результате неэффективной национальной политики, политики идентичности: «недостаточного внимания центра к социально-политическим, социально-экономическим проблемам региона».* В таких условиях у населения формируется *«осознание принадлежности не просто к государству, в котором оно проживает, а прежде всего, к своему этнотерриториальному субъекту, создавая тем самым конфликт двух уровней национально-государственной идентичности «надэтнического» и «регионально-этнического».* В период различных кризисов как политических, так и социально-экономических, в случае ухудшения социально-экономической ситуации в стране или ослабления центральных институтов власти (что является неизбежным результатом принятия управленческих решений без учета политической оценки допустимого риска [3]) *«существует большая вероятность того, что в этнотерриториальных административных образованиях могут начаться тенденции центробежного характера, выражающиеся, например, в росте этнического национализма, который содержат в себе довольно серьезную опасность для государства и его территориальной целостности».*

Во-вторых, это сохранение клановости. С точки зрения части экспертов, *«политизированная этничность является удобным камуфляжем для клановости и создания вертикально и горизонтально интегрированных неформальных политических сетей»,* которые используются этническими антрепренерами в своих узкокорпоративных интересах, *«в частности, в дискуссиях по поводу «титульности – нетитульности» этносов, несущих в себе конфликтогенность»* или, например, *«вопрос обучения на родном языке, обсуждаемый, < ... > в русле «обид» на государство, которое не может или не хочет обеспечить реализации права обучения на родном языке».*

В третьих, это историческая память, мифологизация истории этносов, дополненная манипуляцией общественным сознанием. Повышенный интерес к историческому прошлому региона часто приводит не к реконструкции исторических событий с помощью документов, архивных данных, результатов археологических раскопок, а к произвольному конструированию прошлого в угоду определенным этнокультурным и этнополитическим интересам. Эксперты утверждают, что история превратилась в поле конкуренции между этническими группами – кто древнее, кто раньше заселился на определенной территории, кто одержал больше побед и т.д. Одни и те же исторические факты трактуются по-разному

представителями различных этнических групп. Искжая историческую действительность, создавая, по сути, этнические версии исторического прошлого, мало кто из исследователей, по мнению аналитиков, просчитывает политические риски «неутихающих “войн истории”, “войн памяти”».

Итак, большинство представителей экспертного сообщества Северного Кавказа, принявшее участие в опросе, в качестве значимого в регионе этнополитического явления называет политизированную этничность, являющуюся потенциальным источником конфликтов в общественно-политической жизни региона. При этом большая часть причин актуализации конфликтной сущности политизированной этничности лежит в плоскости этнополитического менеджмента.

Именно поэтому участники экспертного опроса обращают внимание на необходимость *научной обоснованности, тщательной проработанности принимаемых управленческих решений, учета тех рисков, которые неизбежно содержат в себе эти решения. При этом, по мнению экспертов, важно учитывать как особенности каждого конкретного конфликта, каждого конкретного противоречия в этнополитической сфере, так и общие ориентиры, обобщенные стандарты государственной национальной политики. Кроме того, » политики идентичности, выработан понятный на государственном и муниципальном уровнях управления комплекс мер».*

Кроме этого политологи предупреждают, что «*нужно всегда помнить*» о том, что реализация принимаемых решений несет «*в себе определенные риски, связанные с непредсказуемым и, возможно, довольно острым восприятием необходимых изменений со стороны как местных политических элит, так и местного населения, среди большей части которого за многие десятилетия уже успела сформироваться очень крепкая по своему характеру регионально-этническая идентичность*». Только «*разумного применения политики идентичности будет способствовать < ... > дальнейшей интеграции северокавказских республик в общероссийское социокультурное пространство*» и как результат – реальной стабилизации этнополитической ситуации и оптимизации этнополитических процессов на Северном Кавказе.

**Выводы.** Итак, экспертное сообщество Северного Кавказа в своем большинстве указало на актуализацию в этнополитической сфере политизированной этничности, обладающей конфликтным потенциалом. В результате просчетов в сфере этнополитического менеджмента, в частности при политической оценке допустимого риска при управлении социально-политическими, этноконфессиональными процессами латентность может перерасти в открытые конфликтные столкновения. В этих условиях особую значимость приобретают вопросы качества управления региональными процессами.

*Статья подготовлена в рамках проекта РГНФ №16-03-00038 «Технологии противодействия укреплению общероссийской идентичности как фактор рисков национальной безопасности»*

\*\*\*

1. Аклаев А.Р. Этнополитическая конфликтология: анализ и менеджмент. М.: Дело, 2008. 471 с.
2. Тишков В.А., Шабаев Ю.П. Этнополитология: политические функции этничности. М.: Изд-во Московского университета, 2011. 376 с.
3. Яницкий О. Н. Социология риска: ключевые идеи // Мир России. 2003.Т. XII. № 1. С. 3-35.
4. Adediji A. The Politicization of Ethnicity as Source of Conflict: The Nigerian Situation (Globale Gesellschaft und Internationale Beziehungen). Wiesbaden: Springer VS, 2016. 529 p.
5. Beck U. World Risk Society. Cambridge: UK/Malden, MA, Polity Press, 1999. 184 p.
6. Luhmann N. Risk: A Sociological Theory. New York: Walter de Gruyter, Inc., 1993. 148 p.
7. Maksić A. Ethnic Mobilization, Violence, and the Politics of Affect. Cham: Palgrave Macmillan, 2017. 281 p.
8. Pedersen D., Kienzler H. Ethnic conflict and public health // International Encyclopedia of Public Health. San Diego, CA: Academic Press, 2017. Vol. 2. P. 36-45.
9. Slovic P. Perception of Risk // Science. 1987. Vol. 236. P. 280-285.
10. Weber A., Hiers W., Flesken A. Politicized Ethnicity. Perspectives in Comparative Politics. New York: Palgrave Macmillan, 2016. 187 p.







Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
№91, Ноябрь 2022**

Часть 7