

**НОВАЯ НАУКА**  
Международный центр  
научного партнерства



**NEW SCIENCE**  
International Center  
for Scientific Partnership

# **РАЗВИТИЕ НАУКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ**

**Монография**

г. Петрозаводск  
МЦНП «Новая наука»  
2019

УДК 001.12  
ББК 70  
P17

*Рекомендовано к публикации редакционной коллегией МЦНП «Новая наука»*

**Рецензенты:**

**Андрианова Людмила Прокопьевна**  
доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

**Ершова Людмила Викторовна**  
доктор педагогических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»

**Коллектив авторов:**

Александров А.Х., Анисимова Т.И., Андрианова Л.П., Блохин И.С., Булаев Е.В.,  
Валиуллина К.Т., Вашакидзе Н.С., Зикий А.Н., Зырянов М.А., Ивановская И.И.,  
Ковалева А.А., Коннова Л.П., Кочубей А.С., Лаптева Е.В., Львова С.В., Липагина Л.В.,  
Мусиенко В.И., Огородникова Е.П., Осипов Г.С., Перепёлкина Н.А., Полиданов М.А.,  
Поздняков М.В., Поснова М.В., Постовалова Г.А., Рылов А.А., Сансызбаева Г.А.,  
Сафина З.З., Сабирова Ф.М., Степанян И.К., Тимофеева Ю.П., Турчаева И.Н.,  
Хакимьянов М.И., Хазиева Р.Т., Чвякин В.А., Шатунова О.В., Шабанов В.А.,  
Шляхова А.Г., Шляхов А.Т., Щербакова И.В., Ямова О.В.

P17        РАЗВИТИЕ НАУКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ,  
ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ [монография / Александров А.Х. и др.] ; под общей  
ред. М.В. Посновой. Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2019. — 250 с. : ил. —  
Коллектив авторов.

ISBN 978-5-907230-49-1

В монографии рассматривается круг актуальных вопросов, стоящих перед современными исследователями в области цифровизации, обозначается комплекс научной проблематики охватываемых сфер, предлагается новое видение ряда концептов.

Издание может быть полезно научным работникам, исследователям, интересующимся вопросами цифровизации.

Авторы публикуемых материалов несут ответственность за содержание своих работ, точность цитат, легитимность использования иллюстраций, приведенных цифр, фактов, названий, персональных данных и иной информации, а также за соблюдение законодательства Российской Федерации и сам факт публикации.

УДК 001.12  
ББК 70

ISBN 978-5-907230-49-1

© Коллектив авторов, текст, иллюстрации, 2019  
© МЦНП «Новая наука» (ИП Ивановская И.И.), оформление, 2019

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>РАЗДЕЛ I. ТЕНДЕНЦИИ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В СФЕРЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК.....</b>	<b>5</b>
ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ: МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОГО ОНЛАЙН-КУРСА .....	5
<i>Коннова Лариса Петровна, Липагина Лариса Владимировна Постовалова Галина Александровна, Рылов Александр Аркадьевич Степанян Ирина Кимовна</i>	
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДУХОВНО-НРАВСТВЕННОГО ВОСПИТАНИЯ ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ .....	51
<i>Чвякин Владимир Алексеевич, Поснова Марина Викторовна, Ивановская Ирина Игоревна</i>	
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЯВЛЕНИЯ АДДИКЦИИ В ДЕТСКОМ И ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ .....	64
<i>Перепёлкина Наталия Александровна</i>	
STEAM В СИСТЕМЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ....	75
<i>Анисимова Татьяна Ивановна, Сабирова Файруза Мусовна Шатунова Ольга Васильевна</i>	
<b>РАЗДЕЛ II. РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК .....</b>	<b>86</b>
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПОДСТАНЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАТУСА СУБЪЕКТА ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ .....	86
<i>Андреанова Людмила Прокопьевна, Шабанов Виталий Алексеевич Хакимьянов Марат Ильгизович, Хазиева Регина Тагировна</i>	
СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КОМПРОМИССНЫХ РЕШЕНИЙ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ АСПЕКТ .....	122
<i>Александров Андрей Харитонович</i>	
ПОЛОСОВЫЕ ФИЛЬТРЫ КООКСИАЛЬНОГО ТИПА .....	137
<i>Зикий Анатолий Николаевич, Кочубей Алексей Сергеевич</i>	
ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ .....	149
<i>Шляхова Альфия Ганиуловна, Шляхов Александр Тимофеевич</i>	
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА .....	167
<i>Осипов Геннадий Сергеевич, Вашакидзе Нателла Семёновна</i>	

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ STM32 КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ПОРТАТИВНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСТРОЙСТВ .....	179
<i>Полиданов Максим Андреевич, Блохин Игорь Сергеевич Поздняков Михаил Валерьевич, Щербакова Ирина Викторовна</i>	
АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЫРЬЕ ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ .....	190
<i>Зырянов МихаилАлексеевич, Булаев Евгений Владимирович</i>	
<b>РАЗДЕЛ III. ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ И ПРАВА .....</b>	<b>201</b>
ИНВЕСТИТОР КАК ОСНОВНОЙ «ПАЗЛ» ЭКОНОМИКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ .....	201
<i>Львова Светлана Владимировна</i>	
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ .....	215
<i>Лаптева Елена Владимировна, Огородникова Елена Петровна</i>	
ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ БЮДЖЕТНОГО УЧЕТА .....	228
<i>Сафина Зия Забировна</i>	
ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПАНИЙ В СФЕРЕ ЖКХ: АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПРАКТИКИ НА ПРИМЕРЕ МУП «УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЖКХ» Г. МАЛОЯРОСЛАВЕЦ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ .....	239
<i>Турчаева Ирина Николаевна, Тимофеева Юлия Павловна</i>	

**РАЗДЕЛ I**  
**ТЕНДЕНЦИИ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В СФЕРЕ**  
**ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАУК**

УДК 378: 004

**ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ: МЕТОДИЧЕСКИЕ**  
**АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОГО ОНЛАЙН-КУРСА**

**Коннова Лариса Петровна**

к.п.н., доцент

**Липагина Лариса Владимировна**

к.ф.-м.н., доцент

**Постовалова Галина Александровна**

к.п.н., доцент

**Рылов Александр Аркадьевич**

к.ф.-м.н., доцент

**Степанян Ирина Кимовна**

к.п.н., доцент

Финансовый университет при  
Правительстве Российской Федерации

**Аннотация:** Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой онлайн-курсов. Цель исследования – разработка методических подходов для проектирования онлайн-курса, кратко повторяющего материал школьной математики. Предлагается возможный вариант адаптации студентов-первокурсников российских университетов к освоению дисциплин высшей математики. В качестве основного метода проектирования используется концепция индивидуализации учебной деятельности, в качестве технологии реализации – онлайн-обучение. Представлен обзор научных публикаций по вопросам применения индивидуального подхода в обучении и использования онлайн-ресурсов в преподавании математики. Актуальность заявленной цели подтверждается данными социологического опроса первокурсников Финансового университета при Правительстве Российской Федерации. Авторы описывают методику проектирования онлайн-курса с учетом возрастных, социальных, психологических особенностей обучающихся и с возможностью построения индивидуальных образовательных траекторий.

**Ключевые слова:** Цифровые образовательные ресурсы, индивидуализация обучения, онлайн-курс, адаптивный курс по математике.

---

**DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES: METHODOLOGICAL ASPECTS  
OF DESIGNING AN ADAPTIVE ONLINE COURSE**

**Konnova Larisa  
Lipagina Larisa  
Postovalova Galina  
Rylov Alexander  
Stepanyan Irina**

**Abstract:** The issues related to the development of online courses are considered. The aim of the research is to develop methodological approaches for designing an online course that briefly repeats the material of school mathematics. A possible variant of adaptation of first-year students of Russian universities for mastering disciplines of higher mathematics is proposed. The concept of individualization of educational activity is used as the main design method. And as the technology of implementation – online training. The scientific publications review on the application of individual approach in teaching and the use of online resources in teaching mathematics is presented. The relevance of the stated goal is confirmed by the data of the survey of first-year students of the Financial University under the Government of the Russian Federation. The authors describe the methodology of designing an online course taking into account the age, social, psychological characteristics of students and the possibility of building individual educational trajectories.

**Key words:** digital educational resources, MOOC (massive open online course), online educational platform, school math for first year students, online course designing techniques.

**1. Основные направления исследования. Постановка задачи.**

Вместе с техническим прогрессом и цифровизацией, со стремительным ростом объема информации меняются задачи, стоящие перед высшей школой. Сегодня уже недостаточно обеспечить студентов знаниями, умениями и навыками. Кроме формирования профессиональных компетенций, не менее значимой становится задача развития у студента способностей к самореализации, готовности к непрерывному обучению и к постоянному движению вперед.

В современном мире профессиональные навыки нуждаются в постоянном совершенствовании. Оставаться востребованным на рынке труда под силу только таким специалистам, которые не останавливаются на достигнутом, а расширяют горизонты своих возможностей. Для того, чтобы получить такого выпускника высшей школы, необходимо, начиная с первого курса, в течение всего учебного процесса обеспечивать активную роль самого студента.

Опыт работы со студентами первого курса бакалавриата Финансового университета при Правительстве Российской Федерации показывает, что большинство из них хотят стать высококлассными профессионалами. Они с

желанием приступают к учебе, но возникающие трудности могут стать непреодолимыми препятствиями: интерес к учебе пропадает, а в итоге результаты получаются не такими, какими хотелось бы. Оставим за рамками нашего исследования тех, кто сознательно не учится, таких – меньшинство.

Постараемся разобраться, почему вчерашний школьник, прошедший итоговую аттестацию и настроенный на учебу, терпит неудачи испытывает сложности, не успевает усваивать новый материал и теряет интерес к занятиям. Особенно остро эта проблема проявляется в начале изучения математических дисциплин – важных и, в то же время, сложных для студентов. По мнению авторов, основная трудность студентов-первокурсников заключается в том, что они имеют **различный уровень математической подготовки**. Объяснить это можно следующими причинами:

- во-первых, абитуриенты поступают в университет из самых различных регионов страны, при этом сдача единого государственного экзамена не исключает различных подходов в преподавании математики, в расстановке приоритетов и требований при изучении школьного курса;

- во-вторых, студенты, поступившие на платное отделение или по целевому направлению, могут иметь более низкий уровень подготовки по сравнению теми, кто поступил на бюджетные места;

- в-третьих, для студентов, пришедших в университет после окончания колледжа, перерыв в изучении математики составляет несколько лет, им особенно сложно дается высшая математика;

- наконец, для студентов из других государств, могут возникать проблемы языкового характера: как со знанием языка в целом, так и с различием в предметной терминологии.

Таким образом, существует **основное противоречие** между **различным уровнем** математической подготовки студентов-первокурсников и **едиными требованиями** к освоению программ математических дисциплин.

Кроме того, можно выделить *временное противоречие* между необходимостью интенсивно изучать новый материал по плану дисциплины и разумным желанием посвятить часть учебного времени повторению, выстраивая единую терминологическую базу и акцентируя внимание на важных темах элементарной математики.

Анализ сложившейся ситуации позволил *сформулировать гипотезу* о том, что для разрешения указанных противоречий необходимо предложить студентам **комплексный интенсивный курс**, охватывающий материал школьного курса математики в том объеме, который требуется для успешного освоения дисциплин высшей математики. Указанный курс не может сдвинуть временные рамки базовых математических дисциплин учебного плана образовательной программы, поэтому он должен осваиваться параллельно, причем в достаточно сжатые сроки. Широкое развитие и популярность онлайн-образования, интерес к нему со стороны молодежи привели авторов к идее о том, что наиболее эффективным этот курс может быть в онлайн-исполнении.

Методология исследования включала определение его цели, предмета, *подходов и приемов*.

*Объектом исследования* стал процесс адаптации студентов, поступивших на первый курс университета, к изучению дисциплин высшей математики. *Предмет исследования* – разработка специального ресурса, позволяющего устранить выявленное противоречие между различным уровнем математической подготовки студентов-первокурсников и едиными требованиями к освоению программ математических дисциплин.

*Целью настоящего исследования* стала разработка **методических подходов для проектирования онлайн-курса**, систематизировано, но кратко повторяющего материал школьного курса математики, позволяющего **адаптировать студентов различного уровня** подготовки к успешному освоению дисциплин высшей математики. Онлайн-курс должен быть построен на основе **концепции индивидуализации обучения** с учетом возрастных, социальных, психологических особенностей обучающихся и возможностью формирования **индивидуальных образовательных траекторий**.

В рамках исследования использовался **аспектный подход**. Наиболее важными аспектами авторами были выделены: *аспект индивидуализации процесса обучения* и связанный с ним, *социально-гуманистический аспект*.

Аспект индивидуализации был рассмотрен авторами со стороны:

- уровневой дифференциации;
- дифференциации, связанной с особенностями процесса обучения.

Социально-гуманистический аспект рассматривался в рамках учета особенностей студентов различных социальных групп.

При проведении исследования авторы использовали общенаучные приемы: анализ литературы по изучаемой проблеме, формально-логические (анализ и синтез) и социологические (наблюдение, изучение работ студентов, анкетирование).

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие *задачи*:

1. Изучить психолого-педагогическую литературу по вопросам индивидуализации процесса обучения.
2. Изучить современные концепции онлайн-образования и построения онлайн-курсов.
3. Изучить мнение студентов-первокурсников о необходимости подобного курса и способах его реализации.
4. Сформировать карту ожидаемых результатов обучения.
5. Отобрать содержание учебного курса, наиболее полно отвечающее поставленной цели.
6. Разработать сценарий курса с учетом возможности построения индивидуальной образовательной траектории.
7. Рассмотреть возможности наполнения курса учебным материалом, представленном в виде, удобном для слушателей с различными видами восприятия.



8. Подобрать образовательный контент для иностранных студентов с возможностью дополнительной тренировки изучения языка и для студентов – выпускников колледжей с возможностью выполнять тренировочные упражнения.

## **2. Обзор научных исследований.**

Основным при работе с литературой стало изучение возможных реализаций выделенных ранее аспектов.

Рассмотренную литературу можно разделить по следующему принципу:

1. исследования, описывающие суть технологии индивидуализации обучения (Хуторской, Якиманская, Селевко);

2. работы, связанные с приемами построения индивидуальной образовательной траектории в рамках онлайн-обучения (Юрловская, Кречетов);

3. работы, в которых аспект индивидуализации описывается со стороны особенностей психических процессов (Шадриков, Низамиева);

4. исследования, рассматривающие социально-гуманистическую составляющую онлайн-образования;

5. статьи, описывающие технологические особенности создания и реализации онлайн-курсов.

Мы благодарны всем авторам, чьи исследования были использованы и надеемся, что нам удалось развить некоторые их идеи, в частности, касающиеся аспекта индивидуализации процесса обучения.

Структура, формы и методы любого образовательного процесса обычно проектируются для «среднего» студента, уровень знаний которого позволяет ему понимать и осваивать новую информацию. Содержание учебной дисциплины, изложенное в рабочей программе, которая соответствует Образовательному Стандарту, подразумевает, что студент владеет базовой терминологией для успешного восприятия новых знаний. Однако, индивидуальное время, затрачиваемое на усвоение данного объема учебной информации, может не совпадать со «средним», отводимым официальным учебным планом. Преодоление этого противоречия составляет основную цель технологии индивидуализации обучения [1].

Вариативность становится одним из основополагающих принципов современного образования, она позволяет индивидуализировать процесс обучения посредством построения индивидуальных образовательных траекторий. При этом образовательная траектория охватывает не только определенный набор базовых и вариативных дисциплин, но и возможности выбора стиля и методов обучения.

Термин «индивидуальная образовательная траектория» появился в российской педагогике более двадцати лет назад: он был введен И.С. Якиманской как индивидуальная траектория развития в рамках теории личностно-ориентированного обучения [2]. И.С. Якиманская связывает рассматриваемое понятие с механизмами самоорганизации и самореализации личности, при этом содержание процесса обучения и его формы ориентированы на личностные характеристики учащихся.

Значительное развитие идея индивидуальных образовательных траекторий получила в работах автора технологии эвристического обучения А.В. Хуторского. Он рассматривает пять этапов деятельности ученика:

- 1) цели деятельности;
- 2) план;
- 3) непосредственно деятельность;
- 4) рефлексия, т.е. сопоставление полученных результатов с целями;
- 5) самооценка.

Само понятие индивидуальной образовательной траектории А.В. Хуторской трактует как разработанную совместно с педагогом «программу собственной образовательной деятельности, в которой отражаются понимание им целей и ценностей общества, образования в целом и собственного образования, предметной направленности образовательных интересов и необходимость сочетания их с потребностями общества, результаты свободного выбора содержания и форм образования, соответствующих его индивидуальному стилю учения» [3]. Таким образом, при построении индивидуальной образовательной траектории должны быть созданы возможности не только отбора содержания учебного материала, но и выбора стиля обучения, оптимального темпа, диагностики и оценки результатов.

В «Энциклопедии образовательных технологий» Г.К. Селевко [1] определяет *технология индивидуализированного обучения* как организацию учебного процесса, при которой индивидуальный подход, индивидуальная модель взаимодействия учителя и ученика являются приоритетными. Такое обучение предполагает проектирование педагогической деятельности на основе индивидуальных качеств ребенка (интересов, потребностей, способностей, интеллекта и др.). Следуя идее А.В. Хуторского о диагностике обучаемого для построения личностно-ориентированной траектории обучения, Г.К. Селевко [1] предлагает выяснить, к какому типу относится студент. Перечислим некоторые направления типизации обучающихся, актуальные для нашего исследования:

по восприятию информации: визуал (воспринимает преимущественно зрением), аудиал (воспринимает преимущественно на слух, «вербально») и кинестет (воспринимает преимущественно через движение и осязание);

по скорости восприятия информации: быстродействующие и медленнодействующие;

по глубине, качеству и уровню освоения информации: осваивающие много, но не глубоко и ненадолго; осваивающие что-то одно, но качественно, причем раз и навсегда;

по мотивированности к учению: интересующиеся учением, школой, постижением нового и т.п., равнодушные; активно не желающие учиться;

по способности к данному учебному предмету: одаренные, способные, средних способностей и неспособные.

Значительное число исследований посвящено психологическим аспектам построения индивидуальных образовательных траекторий. Так, например, А.А. Плигин [4] связывает разработку траекторий с типом мышления и способом

восприятия. Автор считает индивидуализацию процесса обучения средством для организации личностно-ориентированного обучения.

Технологию проектирования индивидуальной образовательной траектории предлагает Г.В. Клименко. В своих работах он выделяет этапы формирования траекторий, формулирует алгоритмы деятельности всех участников учебного процесса, а эффективность процесса связывает с обязательным их сотрудничеством. Кроме этого, автор видит в образовательных траекториях «организационно-методическое единство предпрофильной и профильной подготовки» [5]. Такое видение способствует реализации принципов системности и преемственности в образовании.

Проблемы формирования индивидуальных образовательных траекторий в высшей школе изучаются в диссертации В.Г. Ерыковой [6]. Саму индивидуальную образовательную траекторию автор работы понимает как «личностно-ориентированную организацию студента на основе ФГОС и учебного плана, обеспечивающую у него формирование индивидуального стиля самообразовательной деятельности и поэтапное освоение основных компетенций в процессе профессиональной подготовки».

В исследовании И.А. Юрловской [7] представлена система мониторинга для формирования индивидуальных траекторий обучения студентов в педагогическом вузе.

Психологическим аспектам формирования индивидуальных образовательных траекторий студентов посвящено исследование Е.А. Дзюбы [8]. Аналогично этапам деятельности ученика, позволяющим реализовать индивидуальные траектории [3], он выделяет подобные этапы деятельности преподавателя.

Вопросам реализации вариативности образования и построения индивидуальных образовательных технологий в плане организации учебного процесса в вузе посвящены статьи [9, 10], в которой авторы делятся опытом проведения такой работы в рамках обучения математическим дисциплинам бакалавров по направлению «Прикладная математика и информатика» в Финансовом университете.

Одной из перспективных форм реализации индивидуализации процесса обучения является адаптивное обучение. В этой связи хотелось бы выделить работу И.А. Кречетова [11], являющегося разработчиком пользовательских интерфейсов для систем дистанционного обучения, в том числе, с использованием технологии адаптивного обучения.

Многие зарубежные ученые-педагоги занимаются исследованиями в области проблем обучения и индивидуальных различий обучающихся. Их исследования основаны на глубоком изучении взаимосвязи между личностными качествами индивида и его академической успеваемостью. Проблемы, связанные с построением и реализацией индивидуальных образовательных траекторий, являются предметом исследования большого количества научно-методических работ.

Взаимосвязь личностных качеств и академической успеваемости при контроле за когнитивными способностями изучают Мейер, Флекенштейн, Ретельсдорф, Келлер. В своем исследовании [12] авторы сфокусировали внимание на специфических чертах личности. Они рассматривают пятифакторную модель (как наиболее продуктивную) для классификации структуры человеческой личности (экстраверсия, приятность, добросовестность, невротизм и открытость опыту). Исследователи рассматривают две предметные области (математика и английский как иностранный язык), используя оценки и стандартизированные результаты тестов. Авторы пришли к выводу о том, что личность, интеллект и академические достижения связаны друг с другом и должны рассматриваться одновременно.

В исследовании [13] показано, что достижения в средней школе более зависят от таких качеств личности как добросовестность и открытость, чем от познавательных способностей. Известно, что самодисциплина, честность, настойчивость, трудолюбие, исполнительность и выдержка, являются наиболее важными для школьных достижений. Добросовестность тесно связана с указанными чертами характера [14, 15, 16]. Она еще более ценна в математике, поскольку для изучения такой науки требуются настойчивость и аналитическое мышление. В то же время высокая степень открытости может оказаться бесполезной для изучения математики [17]. Напротив, те области, для освоения которых требуются критическое мышление и творческие идеи, более тесно коррелируют с открытостью [18]. Открытость очень важна для любознательных студентов, основными видами деятельности которых в свободное время являются, чтение книг или просмотр фильмов на иностранных языках, культурная деятельность [19].

Многие исследователи в области онлайн-образования поднимают серьезные вопросы повышения эффективности онлайн-курсов (на основе результатов аналитики). К такому вопросу относится, в частности, присутствует ли учитель в кадре или вне кадра. Присутствие учителя в кадре создает «помехи» для некоторых учеников и отвлекает их. Поэтому исследователи рекомендуют создавать и использовать две версии видео: первую – с учителем в кадре, вторую – с учителем вне кадра [20, 21]. Вопрос о том, где должны быть размещены субтитры, также очень важен. Если субтитры поместить внутрь видео, то они могут исказить восприятие материала, поскольку текст будет перекрывать изображение. Поэтому специалисты рекомендуют размещать субтитры справа от окна видео [22]. Длинные видеоролики имеют низкую эффективность, так как они утомительны и имеют риск того, что студенты перестанут их смотреть [23]. Как правило, специалисты предлагают разбить видео на короткие фрагменты, до 10 минут каждый.

Наиболее важной составляющей онлайн-курсов является тестирование. Важно определить место тестов в курсе, ведь встроенные видеотесты способствуют обучению студентов [22]. Coursera советует вставлять одну задачу в каждые три минуты видеоматериала.

Следующие функции также могут быть полезны при обучении студентов: изменение скорости видео [23, 24], изменение размера изображений, возврат назад или прокрутка вперед и пауза. Если добавить в описание дополнительную информацию: рейтинг, время, затраченное на выполнение заданий, статистику активности на форуме [25], то это повысит интерес студентов к курсу. Визуализация текстовой информации с помощью диаграмм или анимаций, а также использование примеров и кейсов несомненно способствуют повышению уровня обучения [26].

Возможность общения между студентами, обмен мнениями, обсуждения, своевременные сообщения очень важны. Для повышения интереса студентов и их вовлеченности в процесс онлайн обучения рекомендуется добавить чат [26]. В исследовании [27] отмечается, что использование викторин и других игр значительно повышает интерес студентов к курсу.

Организация курса только в формате видеолекции и решения задач может оказаться неэффективной. Поэтому необходимо построить курс вокруг проекта, в котором все задачи являются компонентами одной сверхзадачи [28]. С другой стороны, важным следует считать процедуру оценивания освоения курса. Наиболее эффективным является сочетание автоматизированной оценки, взаимной оценки и самооценки. Студенты ценят тесты, потому что они обеспечивают мгновенную обратную связь. Взаимная оценка позволяет не только получать обратную связь от других студентов, но и учиться на чужой работе. Самооценка является самой мягкой формой оценки, поскольку она уменьшает негативные чувства, связанные с ситуацией оценки [29].

В исследовании «Границы вежливости при онлайн-обучении математике» [30] авторы показывают важность вежливости в онлайн-курсах по математике. Они пришли к выводу, что вежливая обратная связь стимулирует студентов тратить больше времени на упражнения при изучении тем и достигать более высоких результатов при выполнении заданий и прохождении тематических тестов. Вежливость в предоставлении обратной связи оказывает положительное влияние на процесс обучения, в то время как мягкость в инструкциях не оказывает на него никакого влияния.

Статья «Прогнозирование демографии, моральных основ и человеческих ценностей на основе цифрового поведения» [31] посвящена связи между демографическими и психологическими характеристиками и цифровым поведением по отношению к полу, возрасту, образованию и доходу.

Позже была разработана система машинного обучения, позволяющая на основе поведенческих данных делать вывод о демографических и психологических характеристиках. Но эти интересные и важные результаты требуют дальнейшего тщательного изучения, поскольку предлагаемые выводы еще далеки от раскрытия психологической структуры личности индивида.

В открытых онлайн-курсах очень важна проблема кибербезопасности. В исследовании «Рекомендации по проектированию онлайн-курсов по кибербезопасности» [32] авторы предлагают набор рекомендаций на основе анализа 35 онлайн-курсов по этой тематике.



Важно отметить, что в связи с быстрым развитием онлайн-образования начинают появляться так называемые «профессионалы», которые на самом деле не являются учителями, но хотят войти в сферу онлайн-образования в качестве инструкторов и преподавателей. Проблемы подготовки потенциальных онлайн-инструкторов, которые могут успешно обучать своих студентов, являются предметом исследования искусства преподавания в интернете. В работе «МООС или не МООС» [33] авторы исследуют историю МООС и анализируют текущий контекст массовых онлайн-курсов. Авторами предлагаются идеи о будущем МООС, описываются возможные тенденции, которые могут повлиять на высшее образование: бизнес-модели, данные и аналитика, дизайн обучения и конкуренция на рынке МООС.

Виртуальная среда обучения (VLE) или система управления обучением (LMS), одна из наиболее широко используемых, описана в книге «Онлайн-обучение и его пользователи: уроки для высшего образования» [34]. Авторы представляют теоретико-деятельностный подход к анализу виртуальной среды обучения. Они подчеркивают, что при всех возможностях онлайн-образования, тем не менее, есть ряд проблем, связанных с МООС и открытыми образовательными ресурсами (OER), которые следует обсудить. Однако очевидно, что необходимо продолжать уже начатую работу и решать проблемы шаг за шагом. Отмечается, что на основании приобретенного опыта работы с VLE (как с более ранними [35], так и с современными) мы можем ответить на множество возникающих в процессе обучения вопросов.

### **3. Финансовый университет на портале «Открытое образование».**

Приоритетный проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации», утвержденный Правительством РФ в октябре 2016 г. [36] направлен на внедрение цифровых инструментов учебной деятельности и включение их в информационную среду, чтобы обеспечить возможность индивидуального обучения в течение всей жизни «в любое время и в любом месте». Основной идеей проекта является предоставление доступа к онлайн-курсам (МООК), разработанным и реализуемым разными организациями на разных платформах онлайн-обучения, отдельным гражданам и образовательным организациям всех уровней образования.

В 2015 г. на базе ведущих российских университетов была создана некоммерческая организация Ассоциация «Национальная платформа открытого образования» для совместного развития онлайн-обучения. В нее вошли восемь российских университетов: МГУ, СПбПУ, СПбГУ, МИСиС, ВШЭ, МФТИ, УрФУ и ИТМО. С сентября 2015 г. началась запись на обучающие курсы в режиме онлайн на портале «Открытое образование» <http://openedu.ru>. Это современная образовательная платформа, предлагающая курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в ведущих российских вузах. Каждый университет предоставляет курсы по своему самому сильному профилю, причем это лучшие курсы от самых продвинутых преподавателей вуза. Несомненными достоинствами портала «Открытого образования» являются:

- его абсолютная открытость, т.е. любой желающий может пройти обучение по интересующему курсу;
- качество учебного материала гарантируется внутренней экспертизой;
- оценочные средства проходят экспертизу со стороны УМО;
- идентификация пользователей обеспечивается процедурой прокторинга или биометрическими технологиями;
- предусматриваются различные модели включения онлайн-курсов в учебные планы студентов;
- результаты освоения онлайн-курса может быть перезачтен университетом, в котором обучается студент.

Для дальнейшего размещения на портале онлайн-продукты обязаны удовлетворять таким критериям:

- все курсы разрабатываются в соответствии с требованиями ФГОСов;
- все курсы соответствуют требованиям к результатам обучения образовательных программ, реализуемых в вузах;
- особое внимание уделяется эффективности и качеству онлайн-курсов, а также процедурам оценки результатов обучения.

Хотя Финансовый университет при Правительстве РФ не входит в Ассоциацию «Национальная платформа открытого образования», но он активно включился в разработку своих онлайн-курсов. Новый проект Финансового университета в области электронного обучения, рассчитанный как на внутреннюю, так и внешнюю аудиторию пользователей – «**Открытая онлайн-академия**» Финансового университета <http://mooc.fa.ru> – начала свою работу в тестовом режиме в феврале 2017 г. В разработке курсов принимают участие опытные преподаватели Финансового университета, обладающие знаниями предмета и методикой преподавания. Среди курсов «Организация и экономика малого предпринимательства», «Логика. Теория аргументации», «Межкультурная деловая коммуникация», «Поведенческие финансы» и др.

#### **4. Методы исследования.**

##### **4.1. Наблюдение.**

Более 15 лет авторы исследования преподают высшую математику в Финансовом университете при Правительстве РФ, 10 лет из них – для студентов первого года обучения по программам подготовки бакалавра направлений «Экономика» и «Менеджмент». Наблюдения за студентами на начальном этапе обучения позволили сделать вывод, что часть из них нуждается в повторении школьного материала. Сложности возникают с преобразованиями выражений (особенно логарифмических и тригонометрических), анализом графиков функций, использованием формул сокращенного умножения и т.п.

##### **4.2. Изучение продуктов деятельности.**

Проблемы, связанные с пробелами в школьной математике, явно отражаются при выполнении различных видов самостоятельных работ студентов. Проверка таких работ часто показывает положительное освоение

нового материала, но при этом – наличие ошибок в использовании знаний школьной программы.

Студенты допускают ошибки в преобразованиях выражений, решении уравнений и неравенств, особо следует отметить вычислительные ошибки. Недостаточной сформированности вычислительных навыков у выпускников школы посвящена статья авторов курса Л.П. Конновой и Л.В. Липагиной [37]. Анализ самостоятельных работ студентов позволил сделать вывод, что 44% допущенных ошибок носит вычислительный характер: среди них – неправильное выполнение действий с десятичными и обыкновенными дробями, отрицательными числами, раскрытие скобок.

Несколько лет (с 2012 по 2015 гг.) преподавателями кафедры математики Финансового университета проводилось диагностическое тестирование первокурсников, зачисленных на программы бакалавриата экономики и менеджмента. Цель тестирования заключалась в определении реального уровня знаний по элементарной математике. Краткие результаты исследования можно увидеть в работе [38]. Тестирование демонстрирует тот факт, что структура распределения оценок аналогична за все годы тестирования. При этом средний процент выполнения теста колеблется от 35% до 38,1%.

Процент выполнения заданий по отдельным темам в 2015 году представлен в таблице 1. В тестировании приняли участие 2483 человека.

**Таблица 1**

**Результат диагностического тестирования по отдельным темам**

	<b>Тема</b>	<b>Средний % выполнения задачи</b>
1	Текстовая задача на проценты	66
2	Алгебраическое уравнение	24
3	Показательное (или логарифмическое уравнение)	38
4	Неравенство	35
5	Задание с параметром	9
6	Геометрическая задача	38

Устойчивое распределение результатов и достаточно низкий процент выполнения базовых заданий подтверждает необходимость разработки курса, систематизированно повторяющего школьный материал.

### **4.3. Анкетирование.**

*Социологический опрос студентов.*

Для изучения мнения студентов о необходимости повторения школьного курса математики было проведено анкетирование студентов первого курса бакалавриата Финансового университета, обучающихся по направлениям «Экономика» и «Менеджмент».



Вопросы разрабатывались авторами курса с целью определения:

- необходимости повторения школьного материала;
- предпочтительных форм организации повторения;
- структурной организации повторения.

В опросе участвовал 621 респондент.

Анкета состояла из 7 вопросов, представленных в таблице 2.

**Таблица 2**

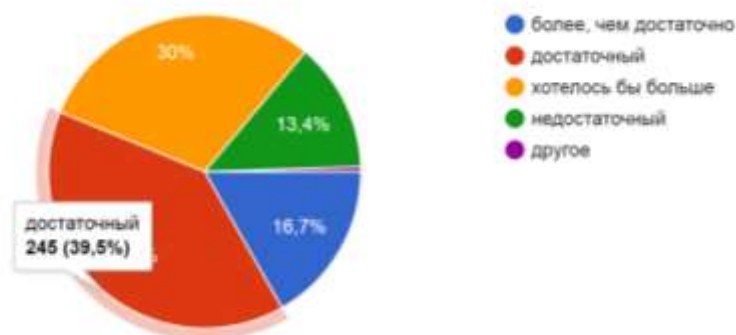
**Вопросы анкеты первокурсников**

<b>Вопрос</b>	<b>Ответы</b>
1. Номер группы	
2. Был ли Ваш уровень школьной математики достаточен для обучения в университете?	а) более, чем достаточно б) достаточный в) хотелось бы больше г) недостаточный д) другое
3. Хотели бы Вы пройти диагностический тест в начале обучения для проверки своих сил?	а) обязательно б) да, если это без последствий в) скорее нет г) нет д) другое
4. Как вы считаете: было бы полезно в начале 1-го семестра кратко повторить школьный курс?	а) да б) нет в) затрудняюсь ответить
5. В каком виде Вы считаете целесообразно организовать повторение для тех студентов, для которых это необходимо?	а) факультатив б) онлайн курс в) учебное пособие г) другое
6. Если повторение организовано в форме онлайн курса, то выберите полезные, на Ваш взгляд, элементы из списка.	а) видеолекции б) презентации в) текстовое пособие г) тренировочные тесты д) подробное решение примеров и задач е) формулы, схемы, термины ж) другое
7. Ваши рекомендации и пожелания для разработчиков курса повторения школьной математики.	

Результаты опроса представлены на нижеследующих диаграммах.

2. Был ли Ваш уровень школьной математики достаточен для обучения в университете?

621 ответ

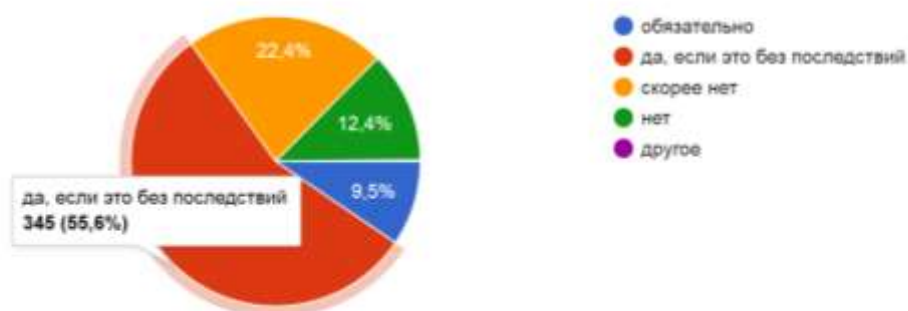


**Рис. 1 Был ли Ваш уровень школьной математики достаточен для обучения в университете?**

Из диаграммы (рис.1) следует, что 245 студентов (т.е. 39.5% опрошенных) считают, что при поступлении в вуз они имели достаточный для освоения уровень школьной математики; 186 (30%) считают, что они хотели бы иметь по математике уровень подготовки больше, чем есть; 104 (16,7%) имеют, по их мнению, уровень «более, чем достаточный»; 83 (13,4%) поделились тем, что их уровень «недостаточный» для обучения высшей математике; 3 (0,5%) не смогли оценить свой уровень математической подготовки по предложенной шкале.

3. Хотели бы Вы пройти диагностический тест в начале обучения для проверки своих сил?

621 ответ

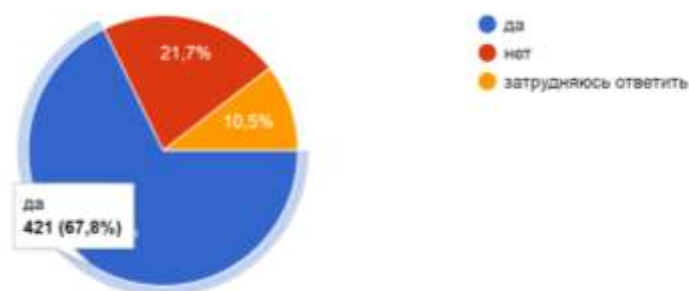


**Рис. 2 Хотели бы Вы пройти диагностический тест в начале обучения для проверки своих сил?**

Большинство студентов (рис.2) – 345 человек (55,6% участвовавших в опросе) – готовы пройти диагностический тест, если это не несет за собой каких-то последствий для них; 139 студентов (22,4%) скорее не хотели бы проходить диагностический тест; 77 (12,4%) категорически отказались участвовать в диагностике школьной математической подготовки; 59 респондентов (9,5%) считают для себя обязательным прохождение диагностического испытания.

4. Как вы считаете: было бы полезно в начале 1-го семестра кратко повторить школьный курс?

621 ответ



**Рис. 3 Как вы считаете: было бы полезно в начале 1-го семестра кратко повторить школьный курс?**

421 респондент (рис.3) (67,8%) отмечают полезность повторения школьного курса математики в начале 1 семестра; 135 (21,7%) считают, что такое обращение к школьной математике не является необходимым; 65 (10,5%) затруднились высказать свое мнение по этому вопросу.

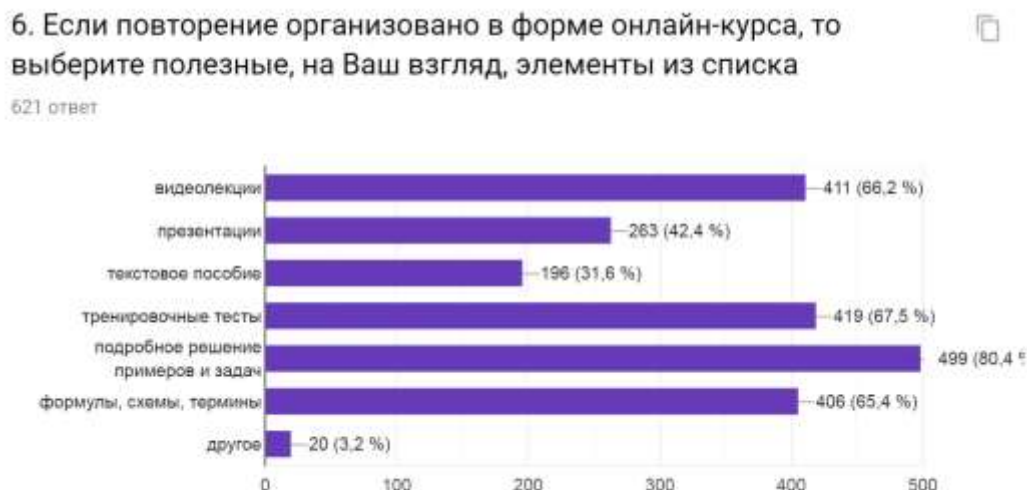
5. В каком виде Вы считаете целесообразно организовать повторение для тех студентов, для которых это необходимо

621 ответ



**Рис. 4 В каком виде Вы считаете целесообразно организовать повторение для тех студентов, для которых это необходимо?**

Интересно, что 365 опрошенных (рис.4) (58,8%) считают самой целесообразной формой повторения школьного курса математики – факультатив, т.е. живое общение с преподавателем в группе студентов; 175 (28,2%) хотели бы выбрать для себя онлайн-курс для повторения учебного материала; 63 (10,1%) студентам достаточно для повторения учебного пособия; 18 (2,9%) считают, что необходима другая организация повторения математики за курс школы.



**Рис. 5 Если повторение организовано в форме онлайн курса, то выберите полезные, на Ваш взгляд, элементы из списка**

499 респондентов (рис.5) (80,4%) считают самой полезной формой повторения школьного курса математики подробное решение примеров и задач; 419 человек (67,5%) отметили полезность для повторения тренировочных тестов; 411 (66,2%) согласились с полезностью для повторения видеолекций; 406 студентам (65,4%) необходимы систематизированные таблицы формул, тематические схемы и списки терминов; 263 студента (42,4%) готовы использовать при повторении курса математики презентации по темам, а 196 студентам (31,6%) необходимы текстовые пособия. И лишь 20 респондентам, составляющим 3,2% опрошенных, не подошла ни одна из указанных форм повторения учебного курса.

Приведем несколько характерных предложений респондентов разработчикам курса в ответ на Вопрос 7: *Ваши рекомендации и пожелания для разработчиков курса повторения школьной математики:*

- «побольше подробных разборов математических примеров»;
- «обязательно нужно повторять школьный материал, так как студенты, приходя в университет, забывают многие очевидные формулы, термины, понятия и как ими пользоваться. Но не стоит выделять для этого огромное количество времени, нужно сделать так, чтобы небольшой промежуток времени для тех, кто даже изначально не имеет базовых знаний по той или иной теме,

ведь даже, приходя на компьютерный практикум, люди не знают элементарных вещей, скорее всего, они этого не помнят, но это не точно»;

- «в начале обучения провести диагностический тест для проверки остаточных знаний у студентов для распределения по группам, у студентов, которых слабая база по математике, провести факультативные занятия, дополнительные задания»;

- «четкая и краткая формулировка основных понятий»;

- «на самом деле, это было бы отличным подспорьем для начала обучения, так как за лето все равно некоторое забывается»;

- «делать акцент на материале школьной программы, актуальном для обучения на первом курсе Финансового Университета»;

- «добавить количество учебных часов по данной дисциплине»;

- «главное, чтоб было изложено понятно и доступно для всех студентов»;

- «включать в курс задания, которые будут требовать углубленные знания этой тематики»;

- «сделать структуру онлайн-курса максимально удобной, понятной и современной»;

- «мало кто из студентов может найти время и желание на видеолекции, поэтому полезнее и продуктивнее организовать это все через факультативы»;

- «СУПЕР! это очень нужно».

Анализируя результаты опроса, заметим, что большинство студентов (67,8% респондентов), заканчивающих обучение на первом курсе, испытывают потребность в повторении школьного курса математики, считают это важным и необходимым.

В целом, 65,1 % респондентов хотели бы пройти диагностический тест.

Больше половины опрошенных (58,8%) хотели бы повторять школьную математику в форме факультатива, т.е. в режиме быстрой вербальной обратной связи, в режиме дискуссии, в режиме живого общения с преподавателем.

Повторение в виде онлайн-курса готовы использовать 28,2% участников опроса. В этом результате проведенного опроса, на взгляд авторов, содержится некоторое сомнение респондентов в доступности онлайн-курса для понимания и в его продуктивности для получения качественного результата – достижения продуктивного уровня компетенций по дисциплине. В дальнейшем представляет интерес выяснить с чем связана такая оценка онлайн обучения:

- отрицательный опыт использования онлайн-курсов;

- нежелание самостоятельного изучения или что-то другое. Возможно, сказывается отсутствие опыта использования онлайн-курсов в целом. Это также может быть связано с нежеланием самому разобраться в учебном материале, используя онлайн-курсы.

Что касается структурной организации онлайн курса, то наиболее востребованной формой повторения 80,4% респондентов назвали подробный

разбор решений задач. Кроме этого, полезными элементами курса названы тренировочные тесты (67,8%), видеолекции (66,5%) и краткие схемы (65,5%).

Опыт исследования показывает важность изучения мнения студентов о курсе после его завершения. С целью учесть пожелания обучающихся мы решили провести опрос до прохождения курса, что не исключает завершающего опроса с выяснением проблем и замечаний.

### **5. Методические подходы к разработке адаптивного онлайн-курса.**

Группой преподавателей из Департамента анализа данных, принятия решений и финансовых технологий Финансового университета при Правительстве РФ было решено разработать массовый открытый онлайн-курс под названием «**Вспомнить всё! Школьная математика для первокурсников**».

Анализ научной литературы, изучение процесса обучения и проведенное анкетирование позволили авторам сформулировать *методические подходы к проектированию онлайн-курса*, повторяющего материал школьного курса математики.

#### **5.1. Формулировка целей курса.**

Преподавание высшей математики на первом курсе экономического университета и опрос студентов-первокурсников показали необходимость в начале изучения дисциплины вспомнить школьный курс математики и структурировать полученные знания. Кроме этого, идея создания адаптивного курса по школьной математике была поддержана руководством Финансового университета, что подчеркнуло актуальность предлагаемого проекта.

Знание целевой аудитории и ожидаемых результатов позволило сформулировать цели курса.

Основные *цели курса*:

- проверить готовность первокурсников к освоению высшей математики;
- восполнить проблемы в знаниях школьного курса математики;
- познакомить иностранных студентов с терминологией и подходами российского математического образования;
- структурировать учебный материал для дальнейшего использования его в качестве справочника.

#### **5.2. Отбор содержания.**

Освоение онлайн-курса базируется на знаниях, полученных в рамках школьного курса математики или соответствующих дисциплин среднего профессионального образования, а также итоговой государственной аттестации выпускников общеобразовательных организаций России. В результате прохождения курса должны быть *актуализированы* следующие *компетенции*, сформированные в общеобразовательной школе:

- способность выполнять арифметические действия с различными числами;



- способность выполнять практические расчеты по формулам, включая формулы, содержащие степени, радикалы, логарифмы и тригонометрические функции;
- способность анализировать зависимости, представленные графически;
- способность построения и исследования простейших математических моделей, в том числе, задач на наибольшие и наименьшие значения с применением аппарата математического анализа.

На этом этапе проектирования авторы использовали принципы создания адаптивного онлайн-курса, изложенные в статье [11], автор которой считает целесообразным проведение декомпозиции закрепленных стандартом компетенций на субкомпетенции, формируя тем самым базу компетенций. После определения списка компетенций необходимо разработать контент в виде образовательных модулей.

По мнению авторов настоящего исследования, субкомпетенции представляют собой результаты обучения, поэтому необходимо составить *карту ожидаемых результатов обучения*. В такой карте выделяются дидактические единицы, знание которых обязательно для освоения дисциплин высшей математики, а далее отбирается содержание соответствующего учебного материала.

Курс охватывает практически весь материал школьной математики: элементарную математику, алгебру и начала анализа. Он состоит из 16 тематических разделов:

1. Числовые множества и числовая прямая.
2. Тождественные преобразования алгебраических выражений.
3. Функция и ее свойства.
4. Линейные уравнения, неравенства и их системы.
5. Квадратные уравнения и неравенства.
6. Модуль числа.
7. Дробно-рациональные уравнения и неравенства.
8. Арифметический квадратный корень.
9. Степенная функция.
10. Показательная функция.
11. Логарифмическая функция.
12. Тригонометрические функции.
13. Производная функции.
14. Первообразная и интеграл.
15. Арифметическая и геометрическая прогрессии.
16. Векторы.

### **5.3. Определение подхода к изложению в соответствии с дисциплинарными особенностями.**

Основной акцент делается на повторении изучаемых в школе функций, их свойств и связанных с ними уравнений и неравенств. *Функциональный подход* как содержательная основа построения курса, выбран неслучайно: по мнению

авторов, именно он позволяет создать фундамент для дальнейшего прикладного использования математических методов.

Все заявленные функции изучаются по единому плану: понятие; область определения; множество значений функции; четность, нули функции; интервалы постоянного знака; интервалы монотонности и экстремумы. В обязательном порядке рассматривается график функции. Такой единый подход способствует более глубокому пониманию указанных свойств и формирует навыки структурного анализа. Параллельно с изучением различных функций идет напоминание тождественных преобразований соответствующих выражений и повторение основных типов уравнений и неравенств: рациональных, иррациональных, показательных, логарифмических, тригонометрических.

Для изучения университетского курса высшей математики наиболее важными являются четыре заключительных раздела курса:

- основы *дифференциального и интегрального исчисления* важны при освоении математического анализа независимо от направления подготовки в бакалавриате;

- *числовые последовательности и векторы* можно считать дополнительными темами, но, в то же время, очень полезными для понимания теории рядов, освоения линейной алгебры и аналитической геометрии.

#### **5.4. Разработка структуры курса, определение его продолжительности.**

Каждая тема курса содержит видео-лекцию, презентацию, текстовый вариант лекции, тренировочные тесты, краткую схему, глоссарий, а также дополнительный материал для более глубокого понимания. При разработке были использованы материалы учебного пособия [39] авторов курса.

Поскольку программы первого года обучения в бакалавриате предполагают изучение высшей математики с начала учебного года, то повторение школьного материала должно проходить в короткие сроки. В связи с выше сказанным предлагаемый курс достаточно интенсивный: его трудоемкость составляет 2 зачетные единицы, а продолжительность – до 8-9 недель.

#### **5.5. Определение элементов контроля.**

Важной составляющей любого онлайн курса является система контроля. В данном случае она состоит из трех составляющих:

- диагностический тест;
- тренировочные тесты;
- контрольный тест.

*Диагностический тест* состоит из двух частей:

1. Проверка знания терминологической базы (максимум 20 баллов).
2. Проверка практических навыков по решению задач (максимум 80 баллов).

Успешным считается прохождение теста от 70 баллов.

*Тренировочные тесты* предлагаются студентам в конце каждого видео-урока и содержат от 2 до 5 заданий.

*Контрольный тест* также состоит из двух частей и включает задания по терминологии и выполнение упражнений.



В качестве заданий предлагаются тесты различного вида.

### 5.6. Выстраивание методической линии, позволяющей сформировать индивидуальную образовательную траекторию.

При разработке сценария курса авторы опирались на принципы формирования индивидуальных траекторий, сформулированные в [6]:

- *принцип индивидуального подхода в обучении* (студент выполняет задания из тех разделов, в которых были допущены ошибки);
- *принцип осознанной перспективы* (обучающиеся понимают, что повторение поможет им более успешно освоить материал высшей математики);
- *принцип гибкости обучения* (предлагаются задачи разного уровня сложности, заданные в различных формах);
- *принцип динамичности* (возможность оперативно контролировать выполнение тестов).

Знакомство с курсом начинается с **диагностического** теста, который целесообразно выполнить всем студентам, обучающимся в первом семестре. Диагностический тест содержит задания по всем 16 темам курса, выполнение или невыполнение которых дает представление о знаниях, умениях и навыках, освоенных поступившими в вуз студентами в рамках школьного обучения. Прежде всего, эта информация ценна для будущих слушателей MOOK: она позволяет выявить темы, по которым у студентов есть пробелы в школьной математике, и дает возможность начать формировать индивидуальную образовательную траекторию обучения в рамках рассматриваемого онлайн-курса. Таким образом, после прохождения диагностического теста каждому студенту будет рекомендовано прослушать либо весь курс целиком (при выполнении диагностического теста менее, чем на 50 баллов), либо только те разделы курса, по содержанию которых были допущены серьезные ошибки в диагностическом тесте (см. рис. 6).

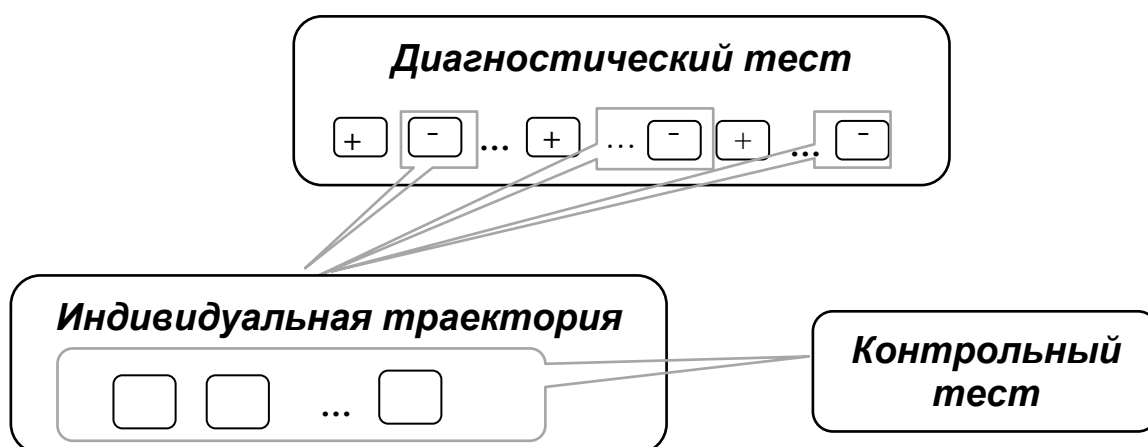


Рис. 6 Формирование индивидуальной образовательной траектории

Далее по каждой из выбранных тем студент обязан прослушать видеолекции, в которой напоминаются основные понятия и приводятся решения важных задач по теме, а затем выполнить тренировочные тесты. Для лучшего восприятия темы студент может дополнительно посмотреть презентацию, текст

лекции ее и справочные материалы (гlossарий, краткая схема). Результат выполнения тренировочного теста свидетельствует о степени усвоения студентом учебного материала.

Напомним [40], что по функциональному описанию выделяют следующие уровни усвоения учебной деятельности:

- репродуктивный: восприятие, осмысление, запоминание;
- продуктивный: применение знаний по образцу, решение типовых задач, объяснение;
- творческий: применение знаний в новой ситуации.

Соответствие уровней усвоения действиям и учебным достижениям студентов представлены в таблице 3.

**Таблица 3**

**Соответствие уровней усвоения, действий и учебных достижений студентов**

	<b>Репродуктивный</b>	<b>Продуктивный</b>	<b>Творческий</b>
<b>Действия студентов</b>	Показывать (опознавать), называть, распознавать, узнавать, давать определение, пересказывать и т.д.	Определять (вычислять), характеризовать, соотносить, объяснять, сравнивать, составлять что-то по готовой схеме, измерять, соблюдать правила и т.д.	Составить устный или письменный ответ на проблемный вопрос, высказать суждение, выделить существенные признаки, анализировать информацию, приводить и обосновывать собственные примеры и оценки, искать необходимую информацию и т.д.
<b>Учебные достижения</b>	информированность (ориентированность) – освоение определенного объема знаний и умение воспроизводить их.	грамотность – способность решать стандартные повседневные задачи, использовать основные способы познавательной деятельности на основе имеющихся предметных знаний и умений.	компетентность – способность решать проблемы, возникающие в окружающей действительности средствами предмета.

Авторы считают репродуктивный уровень недостаточным для освоения дисциплин высшей математики. Усиление требования продуктивности вызывает необходимость подключения элементов дифференцированного подхода, выражающегося, в том числе, в дифференциации тестовых заданий онлайн-курса. В основу такой дифференциации может быть положен известный принцип «от простого к сложному». Продemonстрируем действие этого принципа в построении тестовых заданий.

Первый вопрос теста содержит задание на распознавание учебного объекта, которое соответствует репродуктивному уровню освоения содержания. Например,

*Являются ли истинными высказывания: а)  $-11 \in \mathbf{N}$ ; б)  $11,1 \in \mathbf{Z}$ ; в)  $0, (1) \in \mathbf{R}$ ; г)  $0 \in \mathbf{N}$ ?*

Боковые стороны равнобедренной трапеции ABCD разделены пополам точками K и M. Будут ли равны пары векторов: а)  $\overrightarrow{AB}$  и  $\overrightarrow{DC}$ ; б)  $\overrightarrow{AK}$  и  $\overrightarrow{KB}$ ; в)  $\overrightarrow{BC}$  и  $\overrightarrow{AD}$ ; г)  $\overrightarrow{AK}$  и  $\overrightarrow{DM}$ ?

Следующие задания требуют от обучающихся применения полученных знаний в известной ситуации, а значит, соответствуют уже продуктивному уровню освоения:

Найдите значения выражений:

а)  $\frac{1,92 \cdot 0,244}{0,192 \cdot 2,44}$ ; б)  $\left(4\frac{1}{4} - 2\right) \cdot 6\frac{2}{3}$ ; в)  $\left(5\frac{1}{3} - 2\right) : \frac{5}{21}$ ; г)  $(728^2 - 26^2) : 754$ .

Найдите вектор  $\vec{x}$ , удовлетворяющий векторному уравнению

$$4\vec{a} + \vec{b} + 2\vec{c} - \vec{x} = -3\vec{a} - 5\vec{c} + 5\vec{x}, \quad \text{если} \quad \vec{a} = (-2; 5; -3), \quad \vec{b} = (5; -6; 3), \\ \vec{c} = (-6; 5; -2).$$

В рамках рассматриваемого онлайн-курса предлагаются задачи повышенной сложности, которые также отражают продуктивный уровень освоения, но требуют от обучающегося аккумуляции всех компетенций по данной теме. Примером служит задача в теме «Прогрессии»:

*Молодой предприниматель получил в 2015 году прибыль в размере 5000 рублей. Каждый следующий год прибыль увеличивалась на 300% по сравнению с предыдущим годом. Сколько рублей заработал предприниматель за 2018 год?*

По каждой теме курса у обучающегося есть возможность расширить и углубить знания, изучая материал «Знать больше», который содержит дополнительные сведения по темам. В большинстве своем этот элемент структуры курса содержит информацию, которая непосредственно отсылает студентов к понятиям, изучаемым ими на занятиях по высшей математике.

Завершается онлайн-курс **контрольным тестом**, который выстраивается в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией обучающегося, т.е. содержит задания по темам, которые были изучены. Успешное прохождение контрольного теста гарантирует получение сертификата об обучении.

Учитывая тот факт, что отсутствие дефицита времени и контроля выставления оценки при прохождении онлайн-курса может увеличить число учащихся, желающих продолжать и более активно участвовать в онлайн-обучении, авторы не рекомендуют учитывать результаты прохождения курса при выставлении оценки по высшей математике.

Дальнейшее развитие предлагаемого адаптивного курса может быть связано с разработкой тематических кейс-заданий [10, 41]. Такие задания будут соответствовать творческому уровню освоения содержания, что позволит обучающимся получать сертификаты разного уровня по окончании прохождения онлайн-курса.

### **5.7. Организация учебного материала с учетом различий в процессах восприятия обучающихся.**

Говоря об индивидуализации процесса обучения, невозможно игнорировать учет особенностей протекания познавательных процессов обучающихся. При разработке курса было уделено большое внимание созданию дидактических материалов, учитывающих различные типы важнейших познавательных процессов (восприятия, памяти, мышления).

Восприятие позволяет человеку отражать действительность и является некоторым фундаментом для развития других психических функций: памяти, мышления и воображения. По словам В.Д. Шадрикова [42], «для обеспечения полноты восприятия необходимо, чтобы вербально-логическая форма обязательно сочеталась с образной, текстовое изложение – с графическим представлением, зрительное восприятие – с практическими действиями». Такое построение дидактических материалов позволит обеспечить каждому слушателю наиболее адаптированную для него форму восприятия.

Электронные средства обучения открывают широкие возможности для задействования всех видов восприятия. О способах реализации этих возможностей имеется ряд публикаций. При подготовке дидактических материалов авторы использовали результаты исследований Л.Ю. Низамиевой [43], в которых описывается разработка учебных материалов, специально для студентов с доминирующим левым и с доминирующим правым полушарием (предварительно студенты могут пройти тестирование на определение доминирующего полушария). Таким образом, для индивидуализации процесса обучения инвариантное содержание теоретического и практического учебного материала представлено в вариативной форме, а подробно описанный эксперимент подтверждает эффективность предлагаемой методики. В работе [44] также описываются правила создания дидактических материалов в виде презентаций для учащихся с различными доминирующими полушариями. Известно [42], что люди с более развитой функцией правого полушария лучше воспринимают комплексную картину и образно представленную информацию, а люди с более развитой функцией левого полушария – отдельную информацию, выраженную в формулах и цифрах, поэтому при создании слайдов презентации самая важная информация дублировалась в разных формах. В некоторых статьях авторы предлагают проектировать дидактически

материалы, рассчитанные на студентов с тем или иным доминирующим каналом восприятия информации, например, Е.С. Пучкова [45] рассматриваются оптимальные варианты представления информации для студентов визуалов, аудиалов и кинестетиков, которые также были учтены при разработке авторских материалов.

Разрабатывая материалы адаптивного онлайн-курса «Вспомнить все!», авторы старались использовать все способы представления информации, уделяя особое внимание ее структурированию как по содержанию, так и по форме. Именно, каждый раздел представлен следующими дидактическими материалами: видео-урок с презентацией; текст лекции; тренировочные тесты, глоссарий, краткая (опорная) схема раздела (шпаргалка по теме) и презентация, содержащая дополнительный материал.

*Видео-урок с презентацией* в большей мере задействует все каналы восприятия, поскольку в нем сочетается визуальная информация с голосовым объяснением преподавателя.

Мы опирались на исследования специалистов по психологии обучения [20, 21], в которых обоснована предпочтительность объяснения материала с наличием лектора на экране. При этом большое внимание уделялось открытости и доброжелательности лектора, важную роль этих качеств подтверждена в работе [18]. Вместе с этим в [20] указывается, что существует ряд студентов, для которых лицо лектора на экране нежелательно. В нашем курсе эта проблема решена наличием в материалах презентации раздела без лектора.

Информация на слайдах структурирована по содержанию, с соблюдением единой схемы для сходных учебных объектов (например, при описании основных элементарных функций). Материал появляется на слайдах небольшими порциями, что является важным условием для понимания и запоминания, используется выделение основных моментов цветом и учитывается местоположение информации на слайде. Отображается только самая необходимая информация, а определения и правила сопровождаются примерами, таким образом, в этом случае восприятие происходит через действие. Схема, показывающая различные аспекты восприятия, задействованные при просмотре видео-урока, представлена на рис. 7. Пример организации информации на слайде можно видеть в Приложении 1.



Рис. 7 Структурная схема восприятия информации

Еще раз обратим внимание на то, что обобщения делаются в ряде случаев «от общего к частному», что лучше воспринимается студентами с синтетической формой восприятия (картина воспринимается комплексно, в целом), а в некоторых случаях – «от частного к общему», предпочтительно для студентов с более развитой аналитической формой восприятия (более четко воспринимаются отдельные детали).

В процессе подготовки видеолекций были использованы рекомендации авторов онлайн-курсов на образовательных платформах Coursera и edX [22], которые касались длительности видео, скорости изображения, общей композиции кадра.

Каждый видео-урок заканчивается *тренировочными тестами*. Для их формирования использованы задания различного рода: текстовые вопросы, упражнения на установление соответствия или продолжения логической цепочки, вычислительные задачи и упражнения, связанные с анализом графиков. С примерами тестовых заданий можно познакомиться в Приложении 2.

По каждой теме онлайн-курса подготовлена *краткая схема* с важнейшей информацией и структурно-логическими связями, она позволяет



структурировать материал темы, выделить главное. Безусловно, такие схемы очень удобны в качестве справочного материала. Важность структурно-логических схем описывается в монографии А.А. Плигина [4], автор которой называет их семантическими когнитивными картами и дает рекомендации по их составлению. Примеры нескольких схем с использованием такого подхода представлены в Приложении 3.

Таким образом, для интенсивного восстановления знаний школьной математики авторы онлайн-курса постарались представить учебную информацию по содержанию курса в различных видах. Несомненно, это способствует комплексному восприятию материала онлайн-курса, его пониманию и запоминанию.

### **5.8. Определение особенностей построения курса для отдельных групп слушателей.**

Отдельное внимание при проектировании курса уделено иностранным студентам, в последнее время их всё больше становится в российских университетах. Преподавание математики для такого контингента должно быть специфическим: сначала необходимо сформировать терминологическую базу математического аппарата на русском языке, а затем знакомить слушателей со методами и способами решения задач. Формирование терминологической базы включает в себя знание термина, понимание его значения и умение использовать термин на практике.

В данном контексте представляет интерес исследование [28], в котором проанализирована связь между изучением онлайн-курса слушателями, не являющимися носителями английского языка, и эффективностью курса. Утверждается, что существует значительная положительная корреляция между само-эффективностью не изучающих английский язык и саморегулируемым обучением в МООС. Таким образом, авторы предполагают, что прохождение курса иностранными слушателями на неродном языке в совокупности окажет положительное влияние и на знание математики, и на знание русского языка.

Опыт преподавания на подготовительном факультете Финансового университета для иностранных слушателей, описанный в [46], показал следующее: особые сложности у слушателей вызывают описательные формулировки математических понятий и правил на русском языке, приведенные в письменном и, особенно, в устном виде.

Авторами созданного онлайн-курса составлен глоссарий встречающихся в нем математических понятий, по каждому из которых приведен смысл понятия, произношение соответствующего термина и контекст с его использованием. Поскольку важной целью курса является актуализация терминологической базы, то одна из форм диагностики нацелена на проверку знаний математических обозначений, определений и терминов: в диагностическом задании требуется установить соответствие между термином и его объяснением. Для студентов, плохо владеющих русским языком, было решено озвучить название терминов и их значений на русском

языке. Таким образом, появляется возможность создания целого спектра тренировочных заданий разного уровня сложности:

- прослушать озвученное определение/формулировку термина и подобрать соответствующее письменное объяснение;
- подобрать соответствующее письменное объяснение к термину;
- прослушать формулировку и подобрать соответствующий термин и т.п.

Кроме этого, некоторая часть вопросов тренировочного теста составлена так, чтобы контролировать уровень понимания обучающимся математического текста на русском языке: это означает, что в вопросах не используется математическая символика. Приведем два примера.

1. Восстановите соответствие:

Математические символы и формулы	Названия и формулировки
1. $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$	А. При возведении степени в степень показатели перемножаются
2. $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}, a \neq 0$	Б. При делении степеней с одинаковыми показателями одно основание делится на другое, а показатель остается неизменным
3. $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$	В. При умножении степеней с одинаковыми показателями основания перемножаются, а показатель остается неизменным
4. $a^n \cdot b^n = (ab)^n$	Г. При умножении степеней с одинаковыми основаниями показатели складываются
5. $\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n, b \neq 0$	Д. При делении степеней с одинаковыми основаниями из показателя делимого вычитают показатель делителя

2. Выберите правильные утверждения:

- логарифмическая функция определена на множестве неотрицательных чисел;
- логарифмическая функция возрастает на области определения при условии, что основание больше единицы;
- логарифмическая функция является нечетной;
- логарифмическая функция имеет точку максимума, но не имеет точки минимума;
- показательная и логарифмическая функции взаимно обратные.



Тренировочные упражнения с терминологической базой помогут иностранным студентам адаптировать имеющиеся знания к дальнейшему обучению на русском языке.

Еще одна группа студентов-первокурсников, нуждающихся в дополнительной поддержке – это выпускники колледжей, которые решили продолжить обучение в университете. Как было отмечено ранее, изучение математики у них заканчивается за несколько лет до окончания колледжа, поэтому им требуется более глубокое повторение. Предлагаемый курс будет несомненно полезен для таких студентов, но для них должна быть разработана более широкая и объемная тренировочная база. Это могут быть специальные математические тренажеры для самостоятельных занятий, проектирование которых может служить перспективной задачей для разработчиков курса.

#### **6. Итоги исследования.**

Подведем некоторые итоги.

Наблюдения и анализ работ студентов первого года обучения в бакалавриате позволили авторам сформулировать гипотезу о необходимости проектирования курса, структурирующего и актуализирующего материал школьной математики. Проведенное анкетирование студентов показало актуальность данного решения.

Главной задачей онлайн-курса **«Вспомнить всё! Школьная математика для первокурсников»** является подготовка (адаптация) поступивших на первый курс студентов к освоению высшей математики.

Сценарий курса и дидактические материалы разрабатывались с учетом возможности построения индивидуальной образовательной траектории. Таким образом, курс является *адаптивным по целевой составляющей* и в тоже время, *адаптивным* в смысле «подстраивания под каждого студента», оказывая ему помощь в самом процессе обучения.

Дидактические материалы разработаны с учетом особенностей восприятия широкого круга слушателей, а система заданий выстроена по степени возрастания уровней усвоения.

Курс подготовлен в формате массового открытого онлайн-курса, что объясняется популярностью и востребованностью данного формата, универсальностью подходов к преподаванию математических дисциплин в университетах, а также комплексным интенсивным характером самого курса.

Предложенное авторское исследование позволяет проектировать курс, адаптирующий студентов различного уровня подготовки к успешному освоению дисциплин высшей математики. В основу курса заложена возможность построения индивидуальной траектории обучающегося, учитывающая его уровень знаний и умений.

Авторы надеются, что разработанный онлайн-курс будет полезным и востребованным для большого числа первокурсников бакалавриата. Дальнейшую работу авторы видят в направлении расширения и углубления тестовой базы, а также в разработке методики использования онлайн-курса в режиме смешанного обучения.

Примеры организации информации на слайде

ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Видеолекция № 2

Тожественные преобразования  
алгебраических выражений

Лектор: к.п.н. Лариса Петровна Коннова

Москва 2019

Содержание темы 2

ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

2.1. Алгебраические выражения

2.2. Степень

2.3. Формулы сокращенного умножения

2.4. Разложение на множители

2.5. Тожественные преобразования

2.1. Алгебраические выражения

ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

**Область допустимых значений** – множество значений переменной, при которых алгебраическое выражение определено

$\frac{2}{(a-5)(b+3)}$  **О.д.з.** (делить на ноль нельзя!)  
 $a \neq 5, b \neq -3$

**Пример 1.** Найдите значение выражения  $\frac{5a+2b}{4a-3b}$ , если  $a = 2,4, b = 0,6$

**Решение:**

$$\frac{5 \cdot 2,4 + 2 \cdot 0,6}{4 \cdot 2,4 - 3 \cdot 0,6} = \frac{12 + 1,2}{9,6 - 1,8} = \frac{13,2}{7,8} = \frac{13,2 : 0,6}{7,8 : 0,6} = \frac{22}{13}$$

**Ответ:**  $\frac{22}{13}$

 ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Видеолекция № 6

 Вспомнить всё!

Арифметический квадратный корень

Лектор: к.п.н. Ирина Кимовна Степанян

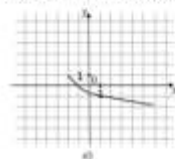
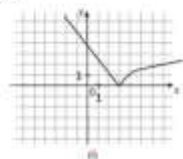
Москва 2019

Содержание темы 8

- 8.1. Функция  $y = \sqrt{x}$  и ее свойства
- 8.2. Иррациональные уравнения
- 8.3. Иррациональные неравенства

6.1. Функция  $y = \sqrt{x}$  и ее свойства

**Пример 2.** Запишите функции, графики которых изображены на рисунках а) и б):

**Решение:** б) Функция задана кусочно!

$x \in [3; +\infty)$ , то  $y = \sqrt{x-3}$

$x \in (-\infty; 3]$ , то  $y = kx + b$

$(3; 0)$   $\rightarrow$   $\begin{cases} 0 = 3k + b, \\ 4 = b; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} b = 4, \\ k = -\frac{4}{3}. \end{cases}$

$(0; 4)$



ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Видеолекция №10



## Тема 10. Показательная функция


Лектор: к.п.н. Галина Александровна Поставалова

Москва 2019



Содержание темы 10

- 10.1. Показательная функция
- 10.2. Показательные уравнения
- 10.3. Показательные неравенства



### 10.1. Показательная функция

Пример 2. Найдите значение выражения

$$\left(\frac{9}{4}\right)^{-2} \cdot \left(\frac{81}{16}\right)^3 \div \left(\frac{2}{3}\right)^6$$

Решение. Приведем все степени к одному основанию и воспользуемся свойствами степеней:

$$\left(\frac{9}{4}\right)^{-2} \cdot \left(\frac{81}{16}\right)^3 \div \left(\frac{2}{3}\right)^6 = \left(\left(\frac{3}{2}\right)^2\right)^{-2} \cdot \left(\left(\frac{3}{2}\right)^4\right)^3 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{-6} = \left(\frac{3}{2}\right)^{-4+12-6} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4}$$

Ответ:  $\frac{9}{4}$ .

 ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

 Встретимся все!

# Видеолекция № 13

## Производная функции

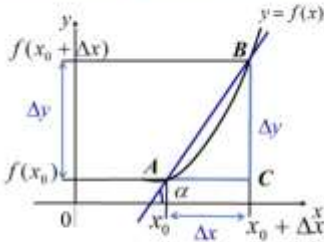
Лектор: к.ф.-м.н. Александр Аркадьевич Рылов

Москва 2019

### Содержание темы 13

- 13.1. Производная функции в точке
- 13.2. Правила дифференцирования
- 13.3. Геометрический смысл производной
- 13.4. Монотонность функции и экстремумы

### 13.1. Производная функции в точке



В прямоугольном треугольнике  $ABC$ :  $\angle C = 90^\circ$  и  $\angle BAC = \alpha$  – угол наклона секущей  $AB$  к положительному направлению оси:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{x - x_0} = \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$



ФИНАНСОВЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Вспомнить все!

# Видеолекция № 16 Векторы

Лектор: к.ф.-м.н. Липагина  
Лариса Владимировна

Москва 2019

## Содержание темы 16

- 16.1. Геометрическое определение вектора
- 16.2. Операции сложения векторов и умножение вектора на число. Скалярное произведение векторов
- 16.3. Координаты вектора в декартовой системе координат
- 16.4. Координатные формулы длины вектора, суммы и разности векторов, середины отрезка, скалярного произведения и угла между векторами.

## 16.1. Геометрическое определение вектора

Два вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  называются **равными**, если они **сонаправленные** и имеют **равные длины**, т.е.  $\vec{a} \parallel \vec{b}$  и  $|\vec{a}| = |\vec{b}|$ .

Векторы  $\vec{BC} \parallel \vec{AD}$  и  $|\vec{BC}| = |\vec{AD}| \Rightarrow \vec{BC} = \vec{AD}$ .

Векторы  $\vec{AB} \nparallel \vec{CD}$  и  $|\vec{AB}| = |\vec{CD}| \Rightarrow \vec{AB} \neq \vec{CD}$ .

Примеры тестовых заданий

1. Пример теста по теме «Тожественные преобразования алгебраических выражений».

Восстановите соответствие

Математические символы и формулы	Названия и формулировки
1. $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$	А. Квадрат разности двух выражений равен квадрату первого выражения, <b>минус</b> их удвоенное произведение, плюс квадрат второго выражения
2. $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$	Б. Разность квадратов двух выражений равна произведению суммы этих выражений на их разность
3. $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$	В. Куб суммы двух выражений
4. $(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$	Г. Сумма кубов двух выражений
5. $a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$	Д. Квадрат суммы двух выражений равен квадрату первого выражения, <b>плюс</b> их удвоенное произведение, плюс квадрат второго выражения

Выберите правильный ответ:

- а) 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г, 5-Д;
- б) 1-Г, 2-Д, 3-А, 4-В, 5-Б;
- в) 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г, 5-Д;
- г) 1-Д, 2-А, 3-Б, 4-В, 5-Г;
- д) 1-В, 2-Б, 3-Г, 4-А, 5-Д.

2. Пример теста по теме «Линейная функция».

Выберите условие, которое надо вставить, чтобы текст был верным:

Система линейных  $\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$  уравнений имеет **единственное**

решение, если \_\_\_\_\_.

Выберите правильный ответ:

- а)  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} \neq \frac{c_1}{c_2}$ ;
- б)  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2}$ ;
- в)  $\frac{a_1}{a_2} \neq \frac{b_1}{b_2}$ ;

г)  $\frac{a_1}{a_2} \neq -\frac{b_1}{b_2}$ ;

д)  $\frac{a_1}{a_2} = -\frac{b_1}{b_2}$ .

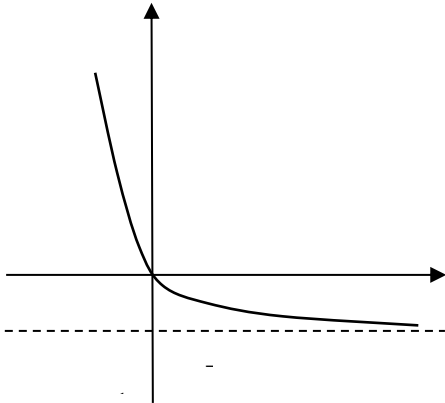
**3. Пример теста по теме «Степенная функция».**

При каких значениях  $a$  выражение  $\sqrt[3]{\sqrt{-a}}$  имеет смысл?

- а)  $a > 0$ ;
- б)  $a < 0$ ;
- в)  $a \leq 0$ ;
- г)  $a$  – любое;
- д)  $a \geq 0$ .

**4. Пример теста по теме «Логарифмическая функция».**

Укажите функцию, график которой изображен на рисунке:



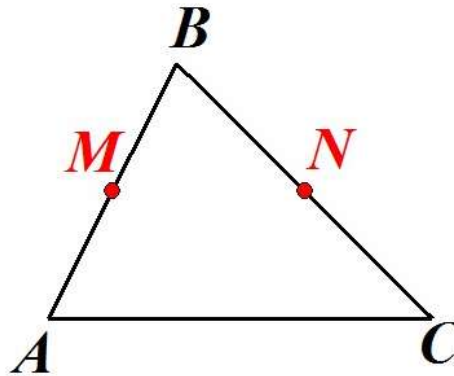
Выберите правильный ответ:

- а)  $y = \log_{0,5}(x-1)$ ; б)  $y = 2^{x-1}$ ;
- в)  $y = \log_2 x - 1$ ; г)  $y = 0,5^x - 1$ ;
- д)  $y = \log_{0,5} x - 1$ .

**5. Пример теста по теме «Векторы».**

В треугольнике  $ABC$  точки  $M$  и  $N$  являются серединами сторон  $AB$  и  $BC$ , соответственно. Выразите вектор  $\overrightarrow{NC}$  через векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , если  $\vec{a} = \overrightarrow{AM}$ ,  $\vec{b} = \overrightarrow{AN}$ .





Выберете правильный ответ:

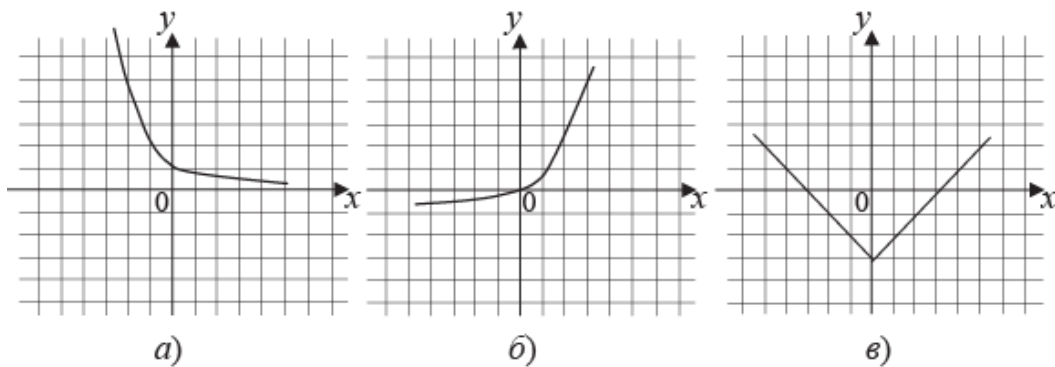
- 1)  $2\vec{a} + \vec{b}$
- 2)  $-2\vec{a} - \vec{b}$
- 3)  $2\vec{b} - \vec{a}$
- 4)  $-2\vec{a} + \vec{b}$
- 5)  $-2\vec{b} + \vec{a}$

**6.** Пример теста по теме «Показательная функция».

Из функций:

1)  $y = 3^x$ , 2)  $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ , 3)  $y = \sqrt{x} - 1$ , 4)  $y = |x - 3|$ , 5)  $y = 2^{x+1}$ , 6)  $y = |x| - 3$ ,

7)  $y = 2^x - 1$  выберите те, графики которых представлены на следующем рисунке:



Примеры кратких схем

Тема 2. Тожественные преобразования алгебраических выражений

**Степень**

<b>с натуральным показателем</b>	<b>с целым показателем</b>	<b>с дробным показателем</b>
$a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot \dots \cdot a}_{n \text{ раз}}$	$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$	$a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m}$
$a$ – основание степени, $n, m \in \mathbb{N}$		

**Свойства степеней**

1. $a^0 = 1; a^1 = a$	4. $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$ <i>степень степени, показатели умножаются</i>
2. $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ <i>произведение степеней с одинаковым основанием, показатели складываются</i>	5. $(ab)^n = a^n \cdot b^n$ <i>степень произведения</i>
3. $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}, a \neq 0, m > n$ <i>частное степеней с одинаковым основанием, показатели вычитаются</i>	6. $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$ <i>степень частного</i>

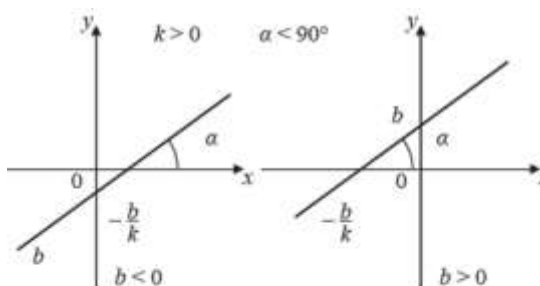
**Формулы сокращенного умножения**

1. $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$	– квадрат суммы/разности
2. $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$	– разность квадратов
3. $(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$	– куб суммы/разности
4. $a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2)$	– сумма/разность кубов

Тема 4. Линейная функция  $y = kx + b$

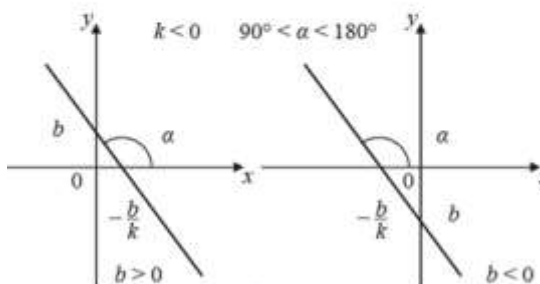
$k$  – **угловой** коэффициент

$k > 0$	$0^\circ < \alpha < 90^\circ$	<b>Острый</b> угол
$k < 0$	$90^\circ < \alpha < 180^\circ$	<b>Тупой</b> угол
$k = 0$	$\alpha = 0^\circ$	Прямая <b>параллельна</b> оси $Ox$ или совпадает с ней

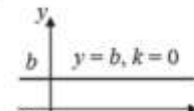


Линейное уравнение  $ax + b = 0$

Параметры	Корень	Количество решений
$a \neq 0$	$x = -\frac{b}{a}$	<b>одно</b> решение
$a = 0, b \neq 0$	$0 \cdot x \neq -b$	<b>нет</b> решений
$a = 0, b = 0$	$0 \cdot x = 0$	<b>бесконечное множество</b> решений



Система линейных уравнений  $\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$



**Одно решение**

**Нет решений**

**Бесконечное множество решений**

$$\frac{a_1}{a_2} \neq \frac{b_1}{b_2}$$

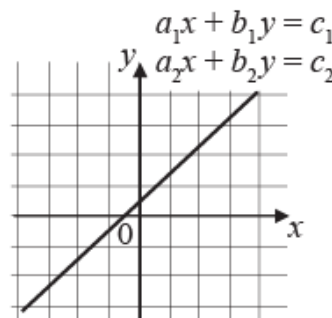
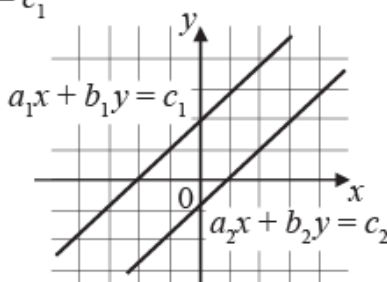
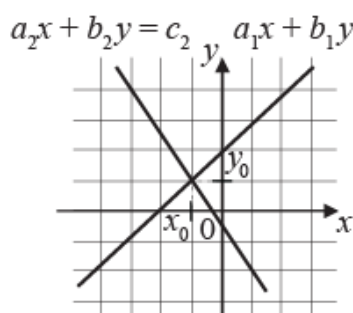
$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} \neq \frac{c_1}{c_2}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2}$$

прямые **пересекаются**

прямые **параллельны**

прямые **совпадают**



Линейные неравенства

$$ax + b > 0, ax + b \geq 0,$$

$$ax + b < 0, ax + b \leq 0$$

$< >$	$\geq \leq$
$\text{---} \circ \text{---} \rightarrow$	$\text{---} \bullet \text{---} \rightarrow$
<b>точка выколота</b>	<b>Точка закрашенная</b>
$( ) =$	$[ ] =$

**Система неравенств**

**Совокупность неравенств**

$$\begin{cases} f(x) > 0, \\ g(x) \leq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} f(x) > 0, \\ g(x) \leq 0 \end{cases}$$

**пересечение** промежутков

**объединение** промежутков

### Производная функции в точке

$$\frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x} \xrightarrow{\Delta x \rightarrow 0} \boxed{f'(x_0)}.$$

### Правила дифференцирования функции

Производная <b>суммы/разности</b>	$(f(x) \pm g(x))' = f'(x) \pm g'(x)$
Производная <b>произведения</b>	$(f(x) \cdot g(x))' = f'(x) \cdot g(x) + f(x) \cdot g'(x)$
Производная <b>частного</b>	$\left(\frac{f(x)}{g(x)}\right)' = \frac{f'(x) \cdot g(x) - f(x) \cdot g'(x)}{g^2(x)}$
Производная <b>сложной функции</b>	$(f(g(x)))' = f'(g(x)) \cdot g'(x)$

### **Таблица производных основных элементарных функций**

$(c)' = 0, c = \text{const}$	
$(x^a)' = ax^{a-1}$	$(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}, \left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$
$(a^x)' = a^x \ln a$	$(e^x)' = e^x$
$(\log_a x)' = \frac{1}{x \ln a}$	$(\ln x)' = \frac{1}{x}$
$(\sin x)' = \cos x$	$(\cos x)' = -\sin x$
$(\text{tg } x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$	$(\text{ctg } x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$
$(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$(\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$(\text{arctg } x)' = \frac{1}{1+x^2}$	$(\text{arccotg } x)' = -\frac{1}{1+x^2}$

### Промежутки монотонности и экстремумы



$x_1; x_3$  – крит. точки,

$x_2$  – Т. локал. мин.

## Тема 16. Векторы

Вектор - это **направленный отрезок**

**В** конец вектора  $\overrightarrow{AB}$  **М**  $\overrightarrow{MM} = \vec{0}$   
**А** начало вектора  $\overrightarrow{AB}$  **нулевой** вектор

**Коллинеарные векторы**  
 $\vec{a} \parallel \vec{b} \Leftrightarrow \exists k \in \mathbb{R}, \vec{b} = k \cdot \vec{a}$   
 $\vec{a} = \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{b} \text{ и } |\vec{a}| = |\vec{b}|$

$k > 0 \Rightarrow \vec{a} \uparrow \uparrow \vec{b}$  **сонаправленные**  
 $k < 0 \Rightarrow \vec{c} \uparrow \downarrow \vec{d}$  **противоположно направленные**

### Операции над векторами

**Правило треугольника:**  $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}$

**Правило параллелограмма:**  $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AD} = \overrightarrow{AC}$

**Правило треугольника:**  $\overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = \overrightarrow{AB}$

**Скалярное произведение векторов**  
 $(\vec{a}, \vec{b}) = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos(\widehat{\vec{a}, \vec{b}})$

**Длина вектора**  
 $|\vec{a}| = \sqrt{(\vec{a}, \vec{a})} = \sqrt{a^2}$

**Косинус угла между векторами**  
 $\cos(\widehat{\vec{a}, \vec{b}}) = \frac{(\vec{a}, \vec{b})}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|}$

### Координаты вектора и координатные формулы

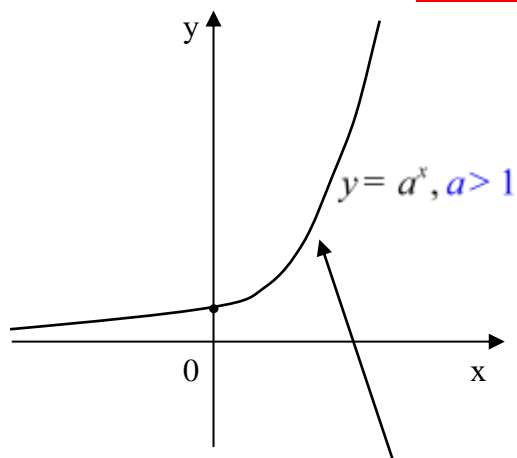
$\overrightarrow{AB} = (a_1; a_2)$  в  $\mathbb{R}^2$  (координаты)  
 $\overrightarrow{AB} = (a_1; a_2; a_3)$  в  $\mathbb{R}^3$  (координаты)

$A = (a_1; a_2; a_3), B = (b_1; b_2; b_3)$   
 $\overrightarrow{AB} = (b_1 - a_1; b_2 - a_2; b_3 - a_3)$   
 $|\overrightarrow{AB}| = \sqrt{(b_1 - a_1)^2 + (b_2 - a_2)^2 + (b_3 - a_3)^2}$

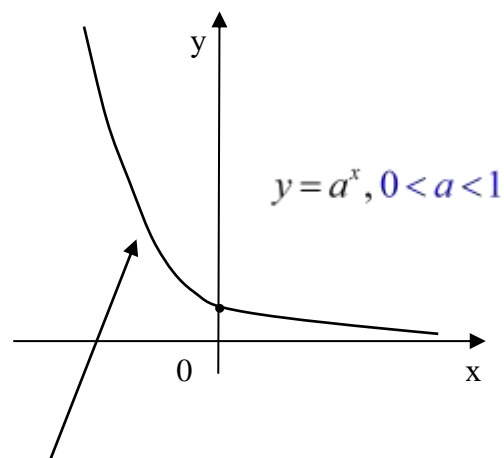
$\vec{a} + \vec{b} = (a_1; a_2; a_3) + (b_1; b_2; b_3) = (a_1 + b_1; a_2 + b_2; a_3 + b_3)$   
 $\vec{a} - \vec{b} = (a_1; a_2; a_3) - (b_1; b_2; b_3) = (a_1 - b_1; a_2 - b_2; a_3 - b_3)$   
 $k\vec{a} = (ka_1; ka_2; ka_3), \vec{0} = (0; 0; 0)$   
 $|\vec{a}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$   
 $(\vec{a}, \vec{b}) = a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3$   
 $\cos(\widehat{\vec{a}, \vec{b}}) = \frac{(\vec{a}, \vec{b})}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} = \frac{a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3}{\sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2} \cdot \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2}}$

### Показательная функция

$$y = a^x \quad (a > 0; a \neq 1)$$



Функция возрастает



Функция убывает

1. Область определения  $D(f) = (-\infty; +\infty)$ .
2. Множество значений функции  $E(f) = (0; +\infty)$ .
3. Четность, нечетность: функция общего вида.
4. Нули функции: нет.
5. Интервалы постоянного знака:  $y > 0$  при  $x \in (-\infty; +\infty)$ .
6. Интервалы монотонности
  - при  $a > 1$ : возрастает при  $x \in (-\infty; +\infty)$ ;
  - при  $0 < a < 1$ : убывает при  $x \in (-\infty; +\infty)$ .
7. Экстремумы: нет.

### Показательные уравнения

#### Простейшее показательное уравнение

$$a > 0, a \neq 1$$

$$a^{f(x)} = a^{g(x)} \Leftrightarrow f(x) = g(x)$$

### Показательные неравенства

#### Простейшие показательные неравенства

$$a^{f(x)} > a^{g(x)}; a > 1 \Leftrightarrow f(x) > g(x)$$

$$a^{f(x)} < a^{g(x)}; a > 1 \Leftrightarrow f(x) < g(x)$$

$$a^{f(x)} > a^{g(x)}; 0 < a < 1 \Leftrightarrow f(x) < g(x)$$

$$a^{f(x)} < a^{g(x)}; 0 < a < 1 \Leftrightarrow f(x) > g(x)$$

Аналогично поступают со знаками  $\leq, \geq$ .



### Список литературы

1. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: В 2-х т. Т. 1-2 / Г.К. Селевко. – Можайск: Можайский полиграфкомбинат, 2006. – 816 с.
2. Якиманская И.С. Требования к учебным программам, ориентированным на личностное развитие школьников / *Вопросы психологии*. – 1994. - №2, С. 64-67
3. Хуторской А.В. Методика личностно-ориентированного обучения. Как обучать всех по-разному? / Пособие для учителя. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2005. 383 с.16
4. Плигин А.А. Познавательные стратегии школьников: от индивидуализации - к личностно ориентированному образованию. / Монография. - М.: Твои книги, 2012. –416 с.
5. Клименко Г.В., Каченя Г.М. Технология проектирования индивидуальной образовательной траектории в рамках профессионального самоопределения // *Профильная школа* – 2011. – №4.– С. 38–44.
6. Ерыкова В.Г. Формирование индивидуальной образовательной технологии подготовки бакалавров информатики: дис. канд. пед. наук: 13.00.08 / М., 2008. – 204 с.
7. Юрловская И. А. Индивидуализация образовательного процесса в современном педагогическом вузе: монография / И. А. Юрловская. - Владикавказ: Изд-во Северо-Осетинского гос. пед. ин-та, 2015. –364 с.
8. Дзюба Е.А. Внутренняя дифференциация как фактор формирования индивидуальных образовательных траекторий студентов: дис. канд. псих. наук, Ростов на Дону, 2010. — 180 с.
9. Волкова Е.С., Коннова Л.П., Посашков С.А. Реализация принципа вариативности образования в рамках подготовки бакалавров по направлению «Прикладная математика и информатика» / *Стандарты и мониторинг в образовании*. – М., 2013. – № 3. С. 44–48.
10. Konnova L, Lipagina L, Postovalova G, Rylov A, Stepanyan I. Designing Adaptive Online Mathematics Course Based on Individualization Learning. *Education Sciences*. 2019; 9(3), 182.
11. Кречетов И.А. Технология создания онлайн-курса с элементами адаптивного обучения/И.А. Кречетов//Материалы международной конференции eLearning Stakeholders and Researchers Summit 2017 (Москва, 10-11 октября 2017 г.). – М.: ИД Высшей школы экономики, 2017. – С.14–21.
12. Meyer J., Fleckenstein J., Retelsdorf J. Köller O. The relationship of personality traits and different measures of domain specific achievement in upper secondary education. *Learning and Individual Differences* 2019, 69, 45–59. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.11.005>
13. Poropat A. E. A meta-analysis of the five-factor model of personality and academic performance. *Psychological Bulletin*, 2009. 135(2), 322–338. <https://doi.org/10.1037/a0014996>

14. Credé M., Tynan M. C., Harms P. D. Much ado about grit: A meta-analytic synthesis of the grit literature. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2016. <https://doi.org/10.1037/pspp0000102>
15. Dumfart B., Neubauer A. C. Conscientiousness is the most powerful noncognitive predictor of school achievement in adolescents. *Journal of Individual Differences*, 2016. 37(1), 8–15. Retrieved from <https://doi.org/10.1027/1614-0001/a000182>
16. Schmidt F. T. C., Fleckenstein J., Retelsdorf J., Eskreis-Winkler L., Möller J. (). Measuring grit: A German validation and a domain-specific approach to grit. *European Journal of Psychological Assessment*, 2017, 1–12. Retrieved from <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000407>
17. Lipnevich A.A., Preckel F., Krumm S. Mathematics attitudes and their unique contribution to achievement: Going over and above cognitive ability and personality. *Learning and Individual Differences* 2016, 47, 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.12.027>
18. Gatzka T., Hell B. Openness and postsecondary academic performance: A meta-analysis of facet-, aspect-, and dimension-level correlations. *Journal of Educational Psychology* 2017. <https://doi.org/10.1037/edu0000194> (Advance online publication)
19. Schwaba T., Luhmann M., Denissen J.J.A., Chung, J. M. Bleidorn, W. Openness to experience and culture-openness transactions across the lifespan. *Journal of Personality and Social Psychology* 2017. <https://doi.org/10.1037/pspp0000150> (Advance online publication)
20. Kizilcec R.F., Papadopoulos K., Sritanyaratana L. Showing face in video instruction: effects on information retention, visual attention, and affect. CHI '14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, April 26 – May 01, 2014, Toronto, Ontario, Canada, 2095–2102. doi: 10.1145/2556288.2557207
21. Kizilcec R.F., Bailenson J.N., Gomez Ch.J. The instructor's face in video instruction: Evidence from two large-scale field studies. *Journal of Educational Psychology* 2015, 107(3), 770. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000046>
22. Mamgain N., Sharma A., Goyal P. Learner's perspective on video-viewing features offered by MOOC providers: Coursera and edX. 2014 IEEE International Conference on MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE), 19-20 Dec. 2014, Patiala, India. doi: 10.1109/MITE.2014.7020298
23. Kim T., Yang M., Bae J., Min B., Lee I., Kim J. Escape from infinite freedom: Effects of constraining user freedom on the prevention of dropout in an online learning context. *Computers in Human Behavior* 2017, 66, 217-231. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.019>
24. Guo Ph.J. Reinecke K. Demographic differences in how students navigate through MOOCs. Proceedings of the first ACM conference on Learning @scale conference, March 04 - 05, 2014, Atlanta, Georgia, USA; 21-30. doi: 10.1145/2556325.2566247

25. El Said G.R. Understanding How Learners Use Massive Open Online Courses and Why They Drop Out: Thematic Analysis of an Interview Study in a Developing Country. *Journal of Educational Computing Research* 2017, 55(5), 724-752. <https://doi.org/10.1177/0735633116681302>

26. Gamage D., Perera I., Fernando S. Evaluating effectiveness of MOOCS using empirical tools: learner's perspective. 10th International Technology, Education and Development Conference, 7-9 March 2016, Valencia, Spain; 8276-8284. doi: 10.21125/inted.2016.0937

27. Jian B., Yang C. Project based Case Learning and Massive Open Online Courses. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)* 2015, 13(3), 53-60. doi: 10.4018/IJDET.2015070104

28. Coetzee D., Fox A. Hearst, M.A. Hartmann B. Should your MOOC forum use a reputation system? 17th ACM conference on Computer supported cooperative work, social computing, February 15 - 19, 2014, New York. doi:10.1145/2531602.2531657

29. Floratos N., Guasch T., Espasa A. Recommendations on Formative Assessment and Feedback Practices for stronger engagement in MOOCs. Open Education Global Conference Selected Papers, April-June 2015; Spain, 7 (2), 151-152. <http://dx.doi.org/10.5944/openpraxis.7.2.194>

30. Mikheeva M., Schneider S., Beege M., Rey G.D. Boundary conditions of the politeness effect in online mathematical learning. *Computers in Human Behavior*, 2019, 92, 419-427. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.028>

31. Kalimeri K., Beiró M.G., Delfino M., Raleigh R. Predicting demographics, moral foundations, and human values from digital behaviours. *Computers in Human Behavior*, March 2019, 92, 428-445. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.024>

32. González-Manzano L., Fuentes J. Design recommendations for online cybersecurity courses. *Computers and Security* 2019, 80, 238-256. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2018.09.009>

33. Porter S. To MOOC or Not to MOOC, 1st ed. Chandos Publishing, 2015, 156 p. Available online: URL <https://www.elsevier.com/books/to-mooc-or-not-to-mooc/porter/978-0-08-100048-9> (дата обращения: 12.12.2019).

34. McAvinia C. Online Learning and Its Users: Lessons for Higher Education, 1st ed. Chandos Publishing, 2016, 262 p. Available online: URL <https://www.elsevier.com/books/online-learning-and-its-users/mcavinia/978-0-08-100626-9> (дата обращения: 12.12.2019).

35. Rovai A. The Internet and Higher Education, 1st ed. Chandos Publishing, 2009, 266 p. Available online: URL <https://www.elsevier.com/books/the-internet-and-higher-education/rovai/978-1-84334-524-4> (дата обращения: 12.12.2019).

36. Приоритетный проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» [Электронный ресурс] // <https://минобрнауки.рф/проекты/> (дата обращения: 12.12.2019)

37. Коннова Л.П., Липагина Л.В. Управление качеством математической подготовки в общем и профессиональном образовании // Материалы

Международной научно-практической конференции (25 марта 2011 года). Орск: Изд-во ОГТИ, 2011. – С. 281–286.

38. Маевский Е.В., Постовалова Г.А., Ягодовский П.В. О результатах традиционного диагностического тестирования первокурсников по элементарной математике в 2015 году. / В сборнике: Требования работодателей к математической подготовке экономистов Сборник научных статей участников Международной научно-методической конференции. 2016. – С. 124–130.

39. Коннова Л.П., Рылов А.А., Степанян И.К. Математика (для иностранных слушателей подготовительного факультета): учебное пособие / Л.П. Коннова, А.А. Рылов, И.К. Степанян. – Москва: РУСАЙНС, 2018. – 164 с.

40. Беспалько В.П. Природосообразная педагогика: лекции по нетрадиционной педагогике профессора Беспалько Владимира Павловича / В.П. Беспалько. – М.: Народное образование, 2008. – 510 с.

41. Коннова Л.П., Рылов А.А., Степанян И.К. Математический анализ: практико-ориентированный курс с элементами кейсов: Учебник для бакалавриата по направлениям подготовки 38.03.01 «Экономика» и 38.03.02 «Менеджмент» / Л.П. Коннова, А.А. Рылов, И.К. Степанян. – М.: Прометей, 2019. – 280 с.

42. Познавательные процессы и способности в обучении: Учеб. Пособие для студентов пед. ин-тов / В.Д. Шадриков, Н.П. Анисимова, Е.Н. Корнеева и др. Под ред. В.Д. Шадрикова. М.: Просвещение, 1990. – 142 с.

43. Низамиева Л.Ю. Дифференцированная профессионально-ориентированная с использованием мультимедийных технологий: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.08 / Низамиева Лилия Юнисовна; [Место защиты: Казан. гос. технол. ун-т]. - Казань, 2010. – 326 с.

44. Горобец С. Н. Подготовка лекций-презентаций с учётом особенностей восприятия визуальной информации /С.Н. Горобец, О.В. Горобец // Электронное обучение в непрерывном образовании 2017: сб. науч. трудов IV Междунар. науч.-практ. конф., 12–14 апр. 2017 г. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – С. 252–257.

45. Пучкова Е.С. Особенности подготовки материалов преподавателей педагогических вузов проведения вебинаров с учетом особенностей индивидуального восприятия учебной информации студентами // *Вестник Российского университета Дружбы народов. Серия: Информатизация образования.* – М.: Изд-во РУДН, №2, 2016. – С. 16–22

46. Коннова Л.П., Рылов А.А., Степанян И.К. Формирование терминологической базы математических дисциплин у иностранных слушателей подготовительного факультета Финансового университета / *Современная математика и концепции инновационного математического образования.* – М.: Издательский дом МФО, 2018. –Т.5, №1. – С. 331–340.

© Л.П. Коннова, Л.В. Липагина, Г.А. Постовалова, А.А. Рылов, И.К. Степанян,  
2019

УДК 37.01

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДУХОВНО-ПРАВСТВЕННОГО ВОСПИТАНИЯ ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ

**Чвякин Владимир Алексеевич**

д.ф.н., к.м.н., профессор кафедры рекламы  
и связей с общественностью в медиаиндустрии  
Московский политехнический университет

**Поснова Марина Викторовна**

**Ивановская Ирина Игоревна**

**Аннотация:** Технократизация общества и устойчивые тенденции прагматического мышления молодежи формируют мировоззрение потребления, которое отдаляет сознание человека от духовного и нравственного начала в естественной жизни. Этому способствуют процессы социальной, материальной и нравственной поляризации общества, когда социальные отношения начинают снижать уровни нравственных барьеров (запретов), приводить к ослаблению этического и духовного регулирования системы межличностных отношений. Данная проблематика актуализируется в эпоху цифровизации гуманитарных отношений и предопределяет необходимость духовно – нравственного воспитания личности подростка. В подростковом возрасте имеется потребность сформировать морально – нравственные регуляторы социального поведения, которые пригодятся на все случаи жизни.

**Ключевые слова:** технократизация общества, цифровизация гуманитарных отношений, риски социализации подростков, культура поведения подростков, духовно-нравственное воспитание, социальные качества подростков.

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF SPIRITUALLY- MORAL EDUCATION OF ADOLESCENTS IN TERMS OF DIGITALIZATION OF CULTURAL RELATIONS

**Chvyakin Vladimir Alekseevich**

**Abstract:** Technocratization of society and stable tendencies of pragmatic thinking of young people form the worldview of consumption, which distances human consciousness from the spiritual and moral principles in natural life. This is facilitated by the processes of social, material and moral polarization of society, when social relations begin to reduce the levels of moral barriers (prohibitions), lead to a weakening of the ethical and spiritual regulation of the system of interpersonal relations. This problem is actualized in the era of digitalization of humanitarian relations and predetermines the need for spiritual and moral education of the



personality of a teenager. In adolescence, there is a need to form moral regulators of social behavior, which are useful for all occasions.

**Key words:** technocratization of society, digitalization of humanitarian relations, risks of socialization of adolescents, culture of behavior of adolescents, spiritual and moral education, social qualities of adolescents.

Технократизация современного общества и устойчивые тенденции прагматического мышления молодежи формируют мировоззрение потребления, которое отдаляет сознание человека от духовного и нравственного начала в естественной жизни человека. Этому способствуют еще и стремительные процессы социальной, материальной и нравственной поляризации общества, когда социальные отношения начинают снижать уровни нравственных барьеров (запретов), приводить к ослаблению этического и духовного регулирования системы межличностных отношений [21]. Особенно данная проблематика актуализируется в эпоху цифровизации всей системы социально-экономических и гуманитарных отношений [23]. Связано это с тем, что многие проблемы гуманитарного характера возникают в связи с интенсификацией различных коммуникаций на основе цифровых платформ и закономерным упрощением и примитивизацией духовно-нравственных отношений.

В таких условиях работа по духовно-нравственному воспитанию подрастающего поколения в культурно – досуговых учреждениях приобретает важное значение. Формирование духовно – нравственных свойств личности происходит не только в стенах культурно – досуговых учреждений. Этой проблеме всегда уделялось внимание, учитывая ее значимость для преемственности поколений. Причем ее разрабатывали представители разных научных направлений, придавая духовно – нравственному воспитанию междисциплинарный характер [13].

В настоящее время проблема духовно – нравственного воспитания получила развитие в трудах Е.П. Белозерцева, В.А. Беляевой, Е.А. Ворониной, Л.П. Гладких, А.В. Глумного, С.Н. Головина, А.П. Колпаковой, Р.Х. Лепехиной, Н.А. Пархоменко, Е.З. Плотниковой, В.И. Слободчикова, Т.А. Флоренской и других ученых. Ранее большой вклад в разработку проблем духовно-нравственного воспитания подрастающих поколений внесли В.Г. Белинский, С.Н. Булгаков, А.Н. Герцен, Л.Н. Гумилев, И.А. Ильин, Л.Ф. Каптерев, К.Д. Ушинский и др.

В проблематике духовно – нравственного воспитания отдельно можно рассматривать работы исследователей, которые систематизировали и конкретизировали собственно нравственные ценности. В этом отношении можно выделить труды Т.П. Власовой, В.А. Караковского, И.Б. Котовой, Н.Б. Крыловой, Н.И. Непомнящей, Д.А. Леонтьева, И.Д. Лушников, Э.В. Соколовой, А.Д. В.Т. Фоменко, Е.Н. Шиянова и др.

Как отмечалось ранее, духовно – нравственное воспитание рассматривалось и в междисциплинарном отношении. Поэтому интерес представляют исследования учебно – воспитательного процесса Р.Г. Гуровой,



Г.П. Давыдова, Э.И. Моносзона, Н.И. Монахова, И.А. Невского, Л.И. Новиковой, И.Б. Первина, В.И. Петровой, Л.И. Рувинского, В.А. Слостенина и др. В работах этих исследователей нравственное воспитание рассматривалось как ведущий аспект целостного учебно-воспитательного процесса.

Вопросы духовно-нравственного воспитания подрастающих поколений изучались довольно широко и на разных уровнях [12, 17, 18]. Необходимо отметить, что, по мнению А.Д. Лихачева, критериями нравственной воспитанности следует считать такие как:

- знание того, что они граждане своей страны;
- умение воспитывать в себе волю и мужество, твердый характер и целеустремленность, доброту и требовательность, способность не поддаваться соблазнам наживы, курению, употреблению спиртного, наркотических и токсических средств;
- любовь к своей Родине, людям;
- дружба с людьми всех национальностей, чистота в дружбе;
- дисциплинированный, добросовестный и общественно полезный труд в образовательном учреждении и в любой общественно полезной работе;
- борьба с проявлениями в себе и в своих товарищах тщеславия, самодовольства, жестокости, равнодушия к людям и делу;
- сохранение своего человеческого достоинства и чести; все добро, созданное народом, охранять и восстанавливать памятники культуры;
- помощь всем попавшим в беду и не требование награды за свой поступок; проявление доброты и заботливости о людях в повседневной жизни;
- творить в учебе, в искусстве, в любом деле, к которому чувствуешь способность и тягу;
- объективными и справедливыми, применимыми ко всем учащимся критериями оценки их деятельности в учебно-воспитательном процессе, являются прилежание и успеваемость.

Если проанализировать весь комплекс критериев нравственной воспитанности по А.Д. Лихачеву, то совершенно очевидно речь идет о гармоничной личности. Соответственно, духовно – нравственное воспитание должно быть направлено на формирование именно такой личности. В результате такого воспитания формируется нравственная воспитанность, под которой необходимо понимать наличие у человека устойчивых положительных привычек и привычных норм поведения, культуру межличностных отношений и общения в условиях коллектива. В данном контексте просматривается характер человека. Ведь речь идет об устойчивых положительных привычках и привычных нормах поведения, а это не что иное, как характер. Но говорить о духовно – нравственном воспитании характера неправильно. Правильно по семантическим соображениям вести речь о духовно – нравственном воспитании личности. Однако и про характер нельзя забывать, поскольку без воспитания характера не удастся сформировать гармоничную личность какими – бы

методами и средствами духовно – нравственного воспитания не пользовались работники культурно – досуговых учреждений.

Именно поэтому процесс нравственного воспитания имеет концентрическую структуру, когда решение воспитательных задач начинается с элементарного уровня и заканчивается более высоким. Для достижения воспитательных целей целесообразно усложнять виды деятельности с учетом возрастных особенностей подростков [5, 7].

Главными задачами нравственного воспитания следует считать [10]:

- накопление нравственного опыта и знаний о правилах общественного поведения;
- целесообразное использование своего собственного времени и развитие таких нравственных качеств личности как чувство долга и чести; уважение человеческого достоинства, трудолюбие и культура отдыха; бережное отношение к национальному достоянию, внимательное и заботливое отношение к людям; честность, терпимость, скромность и деликатность; организованность, дисциплинированность и ответственность.

При этом выделяют критерии нравственной личности, к которым относятся, прежде всего, моральные принципы, ценностные ориентации, нравственные убеждения. В качестве важного критерия считаются поступки человека по отношению не только к близким, но и к незнакомым людям [15, 21].

Исходя из принципиального положения о том, что социальная жизнь человека является обязательным условием манифестации (проявления) абсолютно всех социальных свойств и качеств личности, В.А. Сластенин считает, что нравственность проявляется именно в группах отношений [20]:

- к другим людям (формирование гуманизма, взаимного уважения между людьми, товарищеской взаимопомощи и требовательности, коллективизма, воспитание заботы о старших и младших в семье, уважительное отношение к представителям противоположного пола);
- к самому себе (чувство собственного достоинства, чувство общественного долга, честность, справедливость, простота, скромность, нетерпимость к несправедливости и стяжательству);
- к своему труду и труду других людей (признание важности своего труда и труда других людей);
- к родной природе (бережное отношение, нетерпимое отношение к нарушениям экологических норм и требований) [20].

У В.А. Сластенина также просматривается взаимосвязь характера и нравственных свойств личности. Отношение к другим, к себе и к труду – это фундаментальные скрепы характера. Этот автор также считает, что духовно – нравственное воспитание должно быть направлено на формирование гармоничной личности [20].

Четкость понимания процесса духовно – нравственного воспитания принадлежит Л.А. Григоровичу, который рассматривал содержание нравственного воспитания через гуманность. По его мнению, гуманность – это

интегральная характеристика личности, включающая комплекс ее свойств, выражающих отношение человека к человеку. Гуманность представляет собой совокупность уже нравственно-психологических свойств личности, выражающих осознанное и сопереживаемое отношение к человеку как к высшей ценности. Как качество личности гуманность формируется в процессе взаимоотношений с другими людьми: внимательности и доброжелательности, умения понять другого человека, в способности к сочувствию, сопереживанию, терпимости к чужим мнениям, верованиям, поведению, в готовности прийти на помощь другому человеку. Кроме гуманности в содержание нравственного воспитания входит воспитание сознательной дисциплины и культуры поведения. Дисциплинированность как качество личности характеризует ее поведение в различных сферах жизни и деятельности и проявляется в выдержанности, внутренней организованности, готовности подчиняться личным и общественным целям, установкам, нормам, принципам [цит по 14].

Если внимательно проанализировать понятие гуманности по Л.А. Григоровичу, то также совершенно очевидна роль и значение характера человека в понимании его гуманных свойств и качеств. И в данном случае в основе гуманности лежит гармоничный характер. Поэтому, если речь идет об активном процессе духовно – нравственного воспитания, то необходимо соблюдать принцип последовательности: от простого к сложному и обязательно с учетом возрастных особенностей подростка.

Моральные качества, формирование которых происходит в процессе нравственного воспитания, целесообразно выделять отдельно [15]. К ним относят:

- сознательность, гражданственность, патриотизм, оптимизм, чувство юмора, чувство прекрасного;
- мировоззренческие (ценностные) качества;
- гуманистические качества, связанные с отношением личности к распределению ценностей (справедливость, беспристрастность бескорыстие, благодарность);
- качества, связанные с особенностями морального регулирования поведения (честь, стыд, самолюбие, почтительность, честность, верность);
- деловые качества - отношение к труду и материальным благам.
- прагматические – благоразумие, осторожность, вежливость, общительность, уживчивость, умеренность, обаяние, нежность.

При этом содержание нравственности предполагает определенную лексику (добро, стыд, совесть, достоинство); нравственное поведение; нравственные ориентиры; нравственный идеал; эмоциональное и чувственное переживание своих собственных поступков [19].

Процесс духовно – нравственного воспитания подростков предполагает необходимость учета возрастных особенностей восприятия, понимания сути и способности к переживанию состояний морально – нравственного характера. Всех детей этого возраста условно можно определить в две большие группы: одни способны к переживанию высших чувств изначально, поскольку наделены

врожденной способностью к эмпатии; а у других необходимо это свойство воспитать. Но у всех имеются индивидуальные особенности восприятия ситуаций нравственного включения и поэтому очень важны методы и способы воспитательной работы. Эти методы могут быть общими и конкретными [1].

Так, в процессе духовно - нравственного воспитания подростков применяются такие методы, как: убеждение и личный пример, пожелание и одобрительный отзыв, положительная оценка действий и поступков, общественное признание достижений человека.

Одновременно с этими методами целесообразно проведение этических бесед и диспутов на примерах художественных произведений и конкретных практических ситуаций. Одновременно спектр нравственного воспитания предполагает общественное порицание, возможность дисциплинарных и отсроченных наказаний [22].

И поощрение, и порицание приводят в движение процесс осознание собственной включенности подростка в понимание духовно – нравственного смысла конкретных жизненных ситуаций. Такого рода переживания являются переживаниями экзистенциального характера, с которыми подросток сталкивается впервые и поэтому не всегда способен осознать, что есть зло, а что добро. Но именно в подростковом возрасте, благодаря первичным экзистенциальным переживаниям духовного и нравственного смысла, начинает формироваться структура цельной личности. Поэтому можно говорить, что переживания подобного рода можно считать особой разновидностью труда на пути к поиску смыслов.

В этом отношении некоторые авторы распознают в нравственности труд души человека и даже выделяют некоторые разновидности душевного труда. К разновидностям душевного труда этот автор относит [18]:

- индивидуально-нравственный труд, то есть усилия, прилагаемые человеком на формирование у себя положительных морально-волевых качеств (аккуратность, вежливость, бережливость, великодушие, смелость, скромность) и преодоление отрицательных (грубость, скупость, черствость, трусость);
- повседневно-духовный труд как проявление сочувствия, внимания к тревогам, заботам и радостям родителей, других родственников, близких, сверстников;
- миссионерско – просветительский труд – сюда относят шефские концерты, беседы, обсуждения, лекции;
- благотворительный труд – это самая разнообразная практическая деятельность по оказанию помощи больным, инвалидам, старикам, детям и другим людям, нуждающимся в помощи, а также сбор и изготовление игрушек для детских домов и интернатов.

В процессе деятельности работников культурно – досуговых учреждений воспитание подростков предполагает привитие им нравственных и правовых нормы поведения. Без принятия таких норм о полноценном духовно – нравственном воспитании преждевременно. Подростки должны осознать, что в процессе освоения ими по мере взросления социальных пространств важно

руководствоваться пониманием того, что именно нравственные нормы побуждают человека к конкретным поступкам и действиям. Они позволяют сравнительно самостоятельно выбирать порядок взаимоотношений с обществом, коллективом, тогда как правовые нормы поведения – это точно определенные нормы поведения, зафиксированные в законе. Поэтому социальные коммуникации молодежи и взрослых людей тоже могут быть конструктивными и деструктивными. Для гармоничной личности не существует особых препятствий на пути к достижению осознаваемых целей. Более того, социум одобрительно относится к людям, которые убеждены в необходимости соблюдения норм морали и нравственности при выстраивании отношений с другими людьми и общества в целом. Становление же личности происходит путем интериоризации моральных норм, существовавших независимо от человека, то есть превращения этих норм во внутренние убеждения [19, 21].

В тех же случаях, когда подросток не смог или не успел принять такие нормы морально – нравственного регулирования своего собственного поведения, в дальнейшем у него могут возникнуть не просто проблемы, но уже и конкретные препятствия на пути к желанным целям. В таких случаях можно услышать о необходимости, так называемых, социальных лифтов. Нарушение нравственных норм сопровождается общественным осуждением, нарушение правовых норм влечет наказание, ответственность перед законом [19].

Для личности, которая получила полноценное духовно – нравственное воспитание в культурно – досуговых учреждениях и усвоила необходимость соблюдения норм морали, нравственности и права на протяжении всей своей жизни никакие социальные лифты не нужны. Требуется только активность, от которой на 70% зависит успешность человека в системе социальных отношений.

По – видимому, целесообразно отметить, что в литературе иногда рассматриваются отдельно друг от друга такие аспекты духовно – нравственного воспитания подростка как дисциплинированность и воспитанность. Связано это с тем, что в подростковом возрасте об этих понятиях утверждать можно только в качестве целей духовно – нравственного воспитания. И хотя воспитанность не является обычной целью, которую можно достигнуть в определенный отрезок времени с помощью конкретных действий, и иногда ее называют целью целей самой человеческой личности, все – таки можно признать, что и дисциплинированность, и воспитанность являются условными ориентирами духовно – нравственного воспитания [11].

Дисциплинированность как личностное качество имеет разные уровни развития, что находит свое отражение в понятии культуры поведения. Оно включает в себя:

- культуру речи (умение вести дискуссию, понимать юмор, использовать выразительные языковые средства в разных условиях общения, владеть нормами устного и письменного литературного языка);



- культуру общения (формирование навыков доверия к людям, вежливости, внимательности в отношениях с родными, друзьями, знакомыми и посторонними людьми, умение дифференцировать свое поведение в зависимости от окружающей обстановки – дома или в общественных местах, от цели общения – деловое, личное и т.д.);
- культуру внешности (формирование потребности соблюдать личную гигиену, выбирать свой стиль, умение управлять своими жестами, мимикой, походкой);
- бытовую культуру (воспитание эстетического поведения к предметам и явлениям повседневной жизни, рациональная организация своего жилища, аккуратность в ведении домашнего хозяйства и т.п.) [15].

Культура поведения подростков в значительной мере формируется под влиянием личного примера педагогов, родителей, а также традиций, сложившихся в школе и семье. В этом отношении речь идет о процессе социализации и его культурной организации.

Относительно социализации существуют различные взгляды. Ряд ученых говорит о периодизации социализации, где периоды зачастую совпадают с основными этапами жизненного пути. Так, И.С. Кон считает главными стадиями формирования личности детство, подростковым возраст и юность. Н.В. Андреев ограничивает период социализации рамками детства, юности, перехода к зрелости. В соответствии с этим выделяются три основных этапа социализации [1, 19, 22]:

1. первичный этап социализации (социализация ребенка);
2. маргинальный этап социализации (промежуточная социализация подростка);
3. устойчивая, концептуальная, целостная социализация (в юношеском возрасте в период перехода от юности к зрелости от 17 - 18 до 23 - 25 лет).

Для подростка социализация представляется закономерно маргинальной, что обусловлено переходным возрастом. В этом возрасте происходят важные физиологические изменения, что влечет за собой определенные психологические изменения: появляется влечения к противоположному полу, склонность к необдуманному риску и не способность оценить степень его опасности, стремление к независимости и самостоятельности, за частую не мотивированная агрессивность. Все эти маргинальные свойства и качества переходного возраста для духовно – нравственного воспитания представляют сложности.

Трудности социализации связаны с тремя важными обстоятельствами:

- несоответствие между высоким уровнем требований (стремление стать героем, стать известным, прославиться) и низким социальным статусом, который задан возрастом подростка;
- несоответствие старого стиля отношений детей и родителей, ориентированного на то, что для матери сын или дочь всегда остаются детьми, и новых потенциальных возможностей подростков, заданных их психофизиологическим взрослением;



- противоречие между усилившейся ориентацией на независимость и усилившейся зависимостью от мнения и поведения сверстников [22].

Такая особенность сознания определена многими объективными обстоятельствами:

В - первых, в современном мире усложнился сам процесс социализации личности, в соответствии с этим стали другими критерии ее социальной зрелости. Они определены - завершением образования, получением профессии, гражданскими правами, материальной независимостью от взрослых, вступлением в самостоятельную трудовую жизнь. Действие этих факторов различных социальных группах не однозначно и не одновременно, поэтому усвоение молодым человеком системы социальных ролей взрослых противоречиво. В одной сфере он может быть серьезным и ответственным, а в другой сфере может вести себя как подросток.

Во - вторых, формирование социальной зрелости молодежи происходит под влиянием многих самостоятельных факторов - семьи, школы, трудового коллектива, СМИ, молодежных организаций. Это множество институтов и механизмов социализации не являются строгой иерархической системой, каждый из них выполняет определенные функции в развитии личности. Социальная зрелость представляет собой целостность понимания и реализации в деятельности личности ее главных социальных и психологических качеств и свойств. Также необходимо учитывать отношение личности к своим потенциальным возможностям. На этом уровне можно проследить, когда у человека появляются собственные взгляды, характерные для него оценки и самооценки. Возможно, ошибки в воспитании молодежи определены тем, что мы стремимся решить частные вопросы (профессиональной подготовки, моральной стойкости, умения соблюдать законы), не сформировав главного: способности размышлять над проблемами современной жизни и держать ориентир на общечеловеческие ценности и свое собственное совершенствование [18].

Культурная детерминация процесса формирования социальных качеств в подростковом возрасте. Современное научное определение культуры включает в себя убеждения, ценности и средства выражения (применяемые в литературе и искусстве), которые являются общими для какой - то группы; они служат для оптимизации опыта и регулирования поведения членов этой группы. Культура создается, культуре обучаются. Усвоение культуры выполняется посредством социального научения. Так как она не приобретается биологическим путем, каждое поколение воспроизводит культуру и передает следующему поколению. Этот процесс – основа социализации. В результате освоения ценностей, норм, правил и идеалов формируется личность ребенка и регулируется его поведение. Прекращение социализации, в массовом масштабе, приведет к гибели культуры [8].

Культура формирует личности членов общества, она в значительно регулирует их поведение, часто культура подавляет негативные побуждения человек (но не исключает их полностью). Культура передается от одного

человека другому в ходе социализации и контактов с другими культурами, она – формирует в людях чувство принадлежности определенной группе. Члены одной культурной группы в большей мере испытывают взаимопонимание, доверяют и симпатизируют друг другу, чем посторонним. Их общее настроение отражено в сленге, в любимых блюдах, моде и других аспектах культуры. Культура не только усиливает сплоченность между людьми, но также является причиной конфликтов в группах и между ними. Это может продемонстрировать на примере языка, главного элемента культуры. Язык может быть определен как система коммуникации, которая осуществляется с помощью звуков и символов, значения которых условны, но имеют определенную структуру. С одной стороны, возможность коммуникации способствует единству членов социальной группы. Общий язык объединяет людей. С другой – общий язык исключает тех, кто не говорит на этом языке или говорит в нем иначе [8].

Возникновение массовой культуры было связано с появлением и широким распространением СМИ (средств массовой информации), которые вызвали стандартизацию продуктов культуры и их увеличившуюся доступность для различных слоев населения. Массовая культура не связана с религиозными и классовыми субкультурами. Средства массовой коммуникации и массовая культура неразрывно связаны между собой [15].

Очевидно, что культурные ценности – регулятор выбора социальных ориентаций молодежи. Развитие, происходящее в условиях социального комфорта, в значительной мере способствует гармоничному развитию личности. Однако нужно учесть, что условия социального комфорта не являются вседозволенностью, порождающей стремление к волюнтаризму и другим отрицательным социальным явлениям. Социальный комфорт – такое состояние взаимоотношений человека и общества, при котором поведение и социальные ценности человека не представляют существенную угрозу функционированию самого общества, с одной стороны, а с другой, когда нет никаких потенциальных рисков ограничения социальных свобод человека. Конечно, это довольно динамическое и нестабильное взаимодействие, но его нестабильность относительна, так как в здоровом обществе активны различные регуляторы поведения человека (культура, наука, полиция, спорт и др.). Усвоение таких социальных регуляторов поведения является важным для формирования духовно – нравственной структуры личности подростка [5].

Понятие «воспитанность» трактуется неоднозначно. Рассматривая процесс воспитания в широком смысле, как создание условий для целостного развития личности, под воспитанностью понимают определенный уровень ее интеллектуального, социального и духовного – нравственного развития.

В более узком смысле под воспитанностью подразумевается нравственная воспитанность личности. Нравственная воспитанность рассматривается как соответствие поведения, поступков человека нравственным нормам и принципам, которые приняты в обществе и проявляются, прежде всего, в культуре поведения и общения, то есть во внешних формах поведения [7].

Существуют два основных подхода к пониманию нравственной воспитанности личности. Согласно первому, нравственная воспитанность – это усвоение и закрепление в сознании, поведении человека норм и требований

морали без достаточного глубокого проникновения, осмысления, переживания, принятия внутренним миром личности этих норм и требований. Индивид поступает нравственно потому, что так принято, так делают те, кто его окружает, потому что его ожидает порицание за противоположные действия. Он постоянно ориентирован в своих поступках на других, на их отношение и оценку его действий, как бы управляется извне. Как только социальный контроль прерывается и человек попадает в сложную ситуацию, где привычные нормы перестают действовать, он не в состоянии принимать нравственные решения, так как отсутствует внутренняя саморегуляция и способность к самостоятельному выбору. В связи с этим актуализируется проблема именно духовно – нравственного воспитания личности подростка. Это связано с тем, что в подростковом возрасте имеет место своеобразная потребность личности сформировать морально – нравственные регуляторы социального поведения, которые пригодятся на все случаи жизни. По мнению А. Бандуры, в таком возрасте чрезвычайно эффективными являются методы социального научения, которые базируются на необходимости принятия подростком норм морали и нравственности в качестве морально – нравственных регуляторов социального поведения в будущем [2].

Нравственная воспитанность измеряется уровнем развития личности, когда двигателем поведения личности становятся его представления о должном и ценном, индивидуальные принципы совести, когда человек поступает нравственно потому, что его убеждения и его совесть в целом не позволяют ему вести себя иначе. В этой связи можно отметить возрастающее влияние цифровизации на всю систему гуманитарных отношений, которая таит в себе некоторую неопределенность исхода по отношению к процессу социализации подростков. Насыщенность всех сфер жизни человека цифровыми технологиями формирует феномен социального одиночества. Молодые люди подавляющую часть времени проводят, склонив голову к экранам различных гаджетов. Невольно напрашивается социальная характеристика этой категории населения как поколения «опущенных голов».

Именно с учетом неопределенности конечного исхода цифровизации гуманитарной сферы в последние годы стали появляться работы по цифровой гуманитаристике (Digital Humanities). Это направление исследований предполагает междисциплинарный характер, когда цифровой инструментарий все-же подчинен решению задач гуманитарного свойства во всей системе социальных отношений, а не наоборот, когда вся гуманитарная сущность этой системы подчинена решению задач по ее цифровизации. С учетом таких противоречивых тенденций роль и значение духовно-нравственного воспитания становятся приоритетными для процесса социализации подрастающего поколения.

### Список литературы

1. Блохин В.Н. «Проблемы социализации учащихся в современных условиях»//Диверсификация механизмов развития креативной среды общеобразовательной организации в целях инновационного развития системы школьной социализации обучающихся: Материалы Московской городской

- науч.-практич. конференции с международным участием. 25-27 марта 2014 г./Под общ. Ред.: Л.И. Клочковой А.А. Белова. – М.: АПКИППРО, 2014. – 434 с.
2. Бандура А. Теория социального научения – СПб.: Евразия, 2000 – 320с.
  3. Грибкова Г.И. Основы проектной деятельности в социально-культурной сфере: Монография. - М.: Перспектива, 2014. – 82 с.
  4. Грибкова Г.И., Рогачёва Л.С. Особенности духовно-нравственного и этно-культурного воспитания подростков в детских творческих объединениях//Этнокультурная деятельность в современных образовательных организациях и учреждениях культуры: опыт, проблемы, перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 25 март 2017 г.) - Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. - 440 с.
  5. Девиантность и социальный контроль в России. - СПб.: Алетейя, 2003.
  6. Данилюк А.Я. Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. - М.: Просвещение, 2009. - 26 с.
  7. Глумной А. В. Развитие системы духовно-нравственного воспитания учащихся Электронный ресурс: На материалах Воронежской области: Дис. канд. пед. наук: 13.00.01.-М.: РГБ, 2005 - 172 с.
  8. Гуревич П.С. Философия культуры. - М.: АО Аспект-Пресс, 1994. - 317с.
  9. Дмитриева Н.Г. Основы духовности и нравственности//Начальная школа, 1994. - №4. - С. 8 - 10.
  10. Иванова Г.П. Формирование нравственной культуры личности у обучающихся различных возрастных групп//Акмеология, 2015. - № 4 (56). – 348 с.
  11. Игнатьева Е.Е. Духовно-нравственное воспитание школьников// Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Педагогика». №1– М.: Изд-во МГОУ, 2010. – 240 с.
  12. Клейберг Ю.А. Культурно-досуговая среда как условие нормативной и регулятивной социализации молодежи. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.teslenko.kz /pages/ysoc\\_matherials\\_konc21.htm](http://www.teslenko.kz/pages/ysoc_matherials_konc21.htm). дата обращения 21.03.2013.
  13. Козилова Л.В., Ратова И.В., Чвякин В.А. Дополнительное образование в условиях системных изменений. - Монография. – Московская обл., Ногинск: АНАЛИТИКА РОДИС, 2017. – 236 с.
  14. Левичев О.Ф. Духовно-нравственное развитие: закон сохранения мощности//Школьные технологии. - 2010. - № 3. - С. 64.
  15. Мартынов В.И., Морозов В.А. Нравственные ценности молодого поколения России. Материалы Всерос. науч.-практич. конф. молодых ученых, аспирантов и соискателей//Формирование ценностных ориентаций молодежи в процессе взаимодействия социально-культурных институтов общества/Науч. ред. Н.А. Паршиков; ОГИИиК. – Орел: Горизонт, 2013. – 253 с.
  16. Мирошников Ю.И. «Ценностное сознание и его структура» научный ежегодник института философии и права уральского отделения РАН/Гл. ред. В.Н. Руденко. – Екатеринбург, 2003. - №4. – 490 с.

17. Павлов В.И. Духовно-нравственное воспитание учащейся молодежи на примерах жизни и деятельности космонавтов//Фундаментальные исследования. - № 12-2. - 2011. - С. 322 - 325.

18. Рогачёва Л.С. Воспитание ценностных ориентиров у молодежи в процессе модернизации образования/Сб. материалов Всероссийской научно-практич. конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей «Формирование ценностных ориентаций молодежи в процессе взаимодействия социально-культурных институтов общества»/науч. Ред. Н.А. Паршиков; ОГИИК - Орел: Горизонт, 2013. - 253 с.

19. Славова Н.А., Чвякин В.А. Морально-нравственное развитие в структуре культурно-правовой организации личности подростков с опасными социальными девиациями//Журн. Психология и право, 2019. – Т. 9. - № 2. – С. 264-275.

20. Слостенин В.А., Чижакова Г.И. Введение в педагогическую аксиологию: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. - М.: «Академия», 2003. - 192 с.

21. Ценностно-смысловое содержание социально-культурной деятельности в условиях современной России: [коллективная монография] / [Н.Н. Ярошенко и др.]; под науч. ред. Н.Н. Ярошенко; ФГБОУ ВПО МГУКИ; кафедра СКД МГУКИ. – М.: Изд. Дом МГУКИ, 2012. - 220 с.

22. Чвякин В.А., Козилова Л.В. Структура социальных ориентаций среди современных старшеклассников как ценностное основание в процессе их воспитания//Педагогика и просвещение. – 2018. – № 2. – С. 53 - 60.

23. Digital Humanities: гуманитарные науки в цифровую эпоху / под ред. Г.В. Можаяевой. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2016. – 120 с. ISBN 978-5-7511-2468-7

© В.А. Чвякин, М.В. Поснова, И.И. Ивановская



УДК 37.061

## ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЯВЛЕНИЯ АДДИКЦИИ В ДЕТСКОМ И ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ

**Перепёлкина Наталия Александровна**

кандидат социологических наук

доцент кафедры педагогики и психологии

Ставропольский государственный педагогический институт

**Аннотация:** аддиктивное поведение детей и подростков выступает в настоящее время серьезным вопросом государственного масштаба, которое принимает характер эпидемии. Автор выделяет ряд личностных особенностей и факторов риска, которые могут провоцировать возникновение аддиктивного поведения у детей и подростков; характеризует виды аддикций; указывает на искажение ценностей как одной из ведущих причин социальных зависимостей. В результате автор приходит к заключению, что аддикция является ущербно-адаптивной, несовершенной практикой приспособления к слишком сложным для ребенка условиям деятельности и общения.

**Ключевые слова:** аддикция, аддиктивное поведение, детский и подростковый возраст; искажение жизненных ценностей; ущербно-адаптивное поведение; личностные особенности.

## PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS OF MANIFESTATION OF ADDICTION IN CHILDHOOD AND ADOLESCENCE

**Perepelkina Natalia Aleksandrovna**

**Abstract:** the addictive behavior of children and adolescents is now a serious issue of national importance, which takes on the character of an epidemic. The author identifies a number of personal characteristics and risk factors that can provoke the emergence of addictive behavior in children and adolescents; characterizes the types of addictions; points to the distortion of values as one of the leading causes of social dependence. As a result, the author comes to the conclusion that addiction is a flawed-adaptive, imperfect practice of adaptation to too difficult for the child conditions of activity and communication.

**Key words:** addiction, addictive behavior, childhood and adolescence; distortion of life values; flawed adaptive behavior; personal characteristics.

В последние десятилетия появления признаков аддикций участились в детской и подростковой среде. Аддиктивное поведение этой категории населения выступает в настоящее время серьезным вопросом государственного масштаба, которое принимает характер эпидемии. Оно заключается в тяге



получить наслаждение, релаксацию от определенного действия или употребления психотропных веществ. Без квалифицированной психолого-, социально-педагогической, медицинской помощи аддиктивное поведение подростков запускает процесс разрушения личности, отношений.

Аддикт строит иллюзию удовлетворения собственных интересов, желаний и лишь на мгновение ощущает себя успешным и ликующим. Ребенок или подросток старается наполнить свою внутреннюю опустошенность, избежать трудностей, которые требуют разрешения, с помощью конкретного действия, занятия, которое постепенно подчиняет себе всё существование юного человека, осложняя жизненные трудности и формируя аддикцию. Индивиду больше не интересно многообразие иных сфер жизни и время, проводимое за любимым занятием, постоянно увеличивается. По сути, проявляя аддиктивное поведение, дети и подростки пытаются выстроить ощущение безопасности и жизненного равновесия для себя [6, с.137].

Аддиктивное поведение принято расценивать как особое состояние на границе между нормой и зависимостью. В случае с подростками эта граница чрезвычайно тонкая. Иначе говоря, под аддикцией подразумевают разнообразные пути избегания реальности – с помощью игр, психоактивных веществ, навязчивостей, иных проявлений активности, способных принести насыщенные эмоциональные переживания и ощущения.

Природная способность к адаптации и успешному прохождению сложных жизненных условий у детей и подростков, проявляющих склонность к аддикции, понижена. Каждая разновидность аддиктивного поведения у детей – «крик о помощи», повод для безотлагательного вмешательства с целью сохранения ребёнка полноправным членом общества [4, с.14].

Под влияние аддикций наиболее часто попадают не достигшие совершеннолетия ребята от 11 до 17 лет. Проблему аддикции в детской и подростковой среде необходимо решать, прежде всего, в психологическом и педагогическом контекстах. Процесс аддикции сопровождают интенсивные эмоции, и он обретает грандиозные масштабы, начиная управлять жизнью ребенка, вызывая утрату его воли, что делает невозможным самостоятельное сопротивление зависимости.

Не существует однозначных причин, которые запускают аддикции. Для возникновения аддикции нужна определенная комбинация личностных черт и неблагоприятного окружения.

Считаем необходимым выделить ряд личностных особенностей, которые могут провоцировать возникновение аддиктивного поведения у детей и подростков:

1. Яркая демонстрация превосходства при наличии комплекса неполноценности.
2. Лживость.
3. Ощущение комфорта в сложных, экстремальных ситуациях, который сочетается с депрессивным и дискомфортным состоянием в повседневной жизни.

4. Неосознанный глубинный страх перед стабильными и долгосрочными эмоциональными связями с окружающими в сочетании с активно демонстрируемой социальностью.

5. Избегание ответственности.

6. Тенденция к обвинению невиновных в причинённом вреде.

7. Сильно завышенная тревожность.

8. Существование стабильных моделей, шаблонов поведенческих реакций [5, с.38].

Первым фактором возникновения аддикции у детей и подростков является нарушение отношений с микросоциумом где живет и развивается ребенок. Наиболее часто влияют на подростка родители, ровесники и школа.

Пора отрочества – непростое время, и если индивид не может обрести понимания в кругу семьи, либо семейная психологическая обстановка неблагоприятна, то поиски истины способны привести подростка к удручающим результатам.

Наиболее склонны к аддиктивным проявлениям несовершеннолетние с низким уровнем стрессоустойчивости и адаптации, стремящиеся быстрее и проще обрести психофизиологический комфорт.

Аддиктивное поведение у детей и подростков развивается в случае сочетания вышеперечисленных особенностей с рядом условий:

- недоброжелательный микросоциум (безразличие родителей к потребностям ребёнка, алкоголизм, конфликты между родителями, игнорирование проблем ребенка);

- неумение несовершеннолетнего справляться с дискомфортом в отношениях;

- низкий уровень школьной адаптации;

- неуравновешенность и незрелость личности;

- бессилие подростка перед зависимостью.

Существуют и другие факторы риска, повышающие возможность возникновения аддикции, но самостоятельно её не вызывающие:

- желание выделяться из общей массы сверстников;

- горячность, желание получить острые ощущения;

- низкая стрессоустойчивость, личностная незрелость;

- затруднения самоидентификации и самовыражения;

- ощущение одиночества, незащищённости;

- оценка своих жизненных обстоятельств как трудных;

- эмоциональная бедность.

Адаптация к жизненным обстоятельствам или саморегуляция для оптимизации эмоционального фона и интенсивности жизни выступает ведущим лейтмотивом, который сопровождает аддиктивное поведение.

Виды аддикций включают целый ряд способов достижения этих целей:

1. нарушение пищевого поведения (нервная булимия, анорексия, голодание);

2. химические зависимости (наркомания, токсикомания, алкоголизм, курение);

3. лудомания или гэмблинг – зависимость от игр (азартные игры и компьютерную зависимость обычно разделяют);

4. религиозный фанатизм, сектантство.

Первый, второй и третий виды аддикций дают лёгкий и доступный путь получения ярких позитивных эмоции. Употребление алкоголя и наркотиков обеспечивают наслаждение лишь на второй стадии зависимости, поскольку на первой основная часть индивидов проживают побочные эффекты от потребления токсинов. Четвёртый вид аддикции помогает ребенку или подростку ощутить свою принадлежность к чему-то значительному, получить хотя бы иллюзию семьи, которая оказывает ему всецелую поддержку и одобрение. У аддикта появляется и закрепляется ощущение того, что у него теперь есть близкие люди, радостно принимающие его таким, каков он есть, люди, которые никогда не предадут [1, с.72].

Степень вовлеченности несовершеннолетнего во вредные склонности может очень сильно различаться – от единичных эпизодов, которые даже не оказывают влияния на повседневную жизнь, до глубокой зависимости, всецело подчиняющей себе аддикта. Поэтому целесообразно выделить степени тяжести аддикции, самая лёгкая из которых – пагубная привычка, а наиболее тяжелая – психофизиологическая зависимость, которая сопровождается изменениями в и биологии индивида.

Основные признаки аддикции: вспыльчивость; разрыв социальных связей; нарушения режима сна и бодрствования, бессоница; изменение успеваемости в школе в сторону снижения; курение. Все эти симптомы – знак бедствия, крик о помощи.

Семья выступает основным источником проявления аддикции у несовершеннолетних. Психолого-педагогическая и социально-педагогическая работа с детскими и подростковыми аддикциями вне семьи неэффективна и бессмысленна. Бесспорно и обратное – наличие аддиктивной личности в семье приводит к постепенной её деградации и перемещению в категорию деструктивных.

Для деструктивных семей свойственны:

А. специфичные приемы самовыражения, которые позволяют компенсировать собственные отрицательные эмоции на близких или самоутверждаться за их счёт;

В. особые подходы к разрешению трудностей, с которыми появляются в процессе взаимодействия членов семьи;

С. наличие зависимостей и созависимостей, при которых любые проблемы могут привести к крушению хрупкого равновесия в семейных отношениях.

Очевидна взаимосвязанность наличия зависимости или со-зависимости у родителей и аддикции у их детей. Такая связь способна проявиться даже через поколение, и привести к развитию аддикции у внуков. Нередки случаи развития

аддикции у несовершеннолетних как следствие со-зависимости у них или их родителей.

Способствуют развитию аддиктивного поведения в детском и подростковом возрасте следующие типы дисфункциональных семей:

- неполная семья (ребенка воспитывает один родитель);
- аморальная семья (алкоголизация родителей, сексуальная распущенность или насилие в семье);
- криминогенная семья (члены имеют судимости или связаны с криминальными кругами);
- псевдоблагополучные семьи (в семье нет видимых дефектов, но используются неприемлемые методы воспитания);
- проблемные семьи (высокая конфликтность отношений в семье).

Проблемы внутрисемейного плана особенно явно проявляются в период отрочества. Контроль и традиции, установленные родителями, становятся причинами протестов и желанию уйти из-под опеки. Одна из ведущих целей подростка – обретение самостоятельности и избавление от родительского контроля. В результате «бегства» из семьи место родителей занимает референтная группа авторитетных сверстников. Референтная группа выступает теперь новым источником жизненных установок и целей, поведенческих норм, моральных и нравственных ориентиров [7, с.45].

Наиболее характерные признаки деструктивной семьи: самовыражение осуществляется путём унижения более слабого члена семьи; выходящие за общепринятые нормы методы преодоления трудностей; зависимости, которые проявляются регулярно или в моменты срыва одного из одного из членов семьи в результате нарушения его слабой психологической защиты.

Меры воспитания в деструктивных семьях также деструктивны. И если в детстве ребенку страшно открыто протестовать, то в подросток начинает открытый бунт против такой семейной системы. Любые воздействия со стороны родителей подросток воспринимает в штыки и считает, что аморальные отец и мать не обладают правом указывать, что ему делать и как жить. Если в семья его точку зрения игнорирует, он демонстрирует свой протест другим способом.

Аддикции детей и подростков – симптом общего неблагополучия семьи. Именно поэтому семья является основным объектом помощи. Без привлечения семьи даже успешно завершённый курс медицинского лечения и психолого-социально-педагогической коррекции не даёт гарантий полного благополучия аддикту в дальнейшем – поскольку несовершеннолетний возвращается в те же семейные условия, в результате воздействия которых и развилась аддикция.

Аддикт – это человек, которому в начале жизни выпало испытать противоречивые воздействия, амбивалентность чувств или депривацию хотя бы в одной из значимых областей: духовная интимность, дисциплина, родительские ролевые модели (гендерно-эротические), пассивность–агрессивность, функции работы и игры, эмоциональная холодность и

способность к контролю собственных потребностей. Перекосы в данных сферах ответственны за разные степени деструкции самооценки и самоконтроля.

Для аддикта отношения с окружением становятся все более болезненными и сопровождаются нарастанием числа эпизодов условного (в качестве наказания) или абсолютного отвержения. Из-за стремления к бунту ребенок подросткового возраста часто оказывается вовлеченным в аддикцию. Возможно проявление садомазохистских тенденций. Для таких индивидов характерна высокая степень нарциссизма и движение от преувеличения своих достоинств к самоуничижению как психологической защите от реакции социума на аддиктивное поведение. Не всегда возможно определить, что возникает сначала: реальные деструктивные межличностные отношения и низкая самооценка или попытки аддиктивного поведения. В любом случае процесс сопровождается поляризованными эксцессами в интерперсональном или интраперсональном взаимодействии и восприятии самого себя [9, с.667].

Референтная группа ровесников часто бывает одной из центральных причин в процессе возникновения и формирования аддикции. Желание стабилизировать свой статус и потребность быть принятым в среде сверстников содействует неожиданному соскальзыванию в аддикцию. Слишком пассивные индивиды чрезвычайно уязвимы к давлению со стороны референтной группы ровесников. Аддиктивное поведение может проявиться и как следствие сильной потребности индивида в лидерстве среди сверстников, когда нет возможности приобрести этот статус другим способом. В этой ситуации аддикция выступает как форма псевдолидерства.

Основным провоцирующим фактором возникновения аддикции может оказаться неумение несовершеннолетнего определить, принять и реализовать в поведении прототипическую для социального окружения гендерно-эротическую роль и ценные для этого социума модели сексуального поведения. Неудивительно, что ребенок или подросток часто втягивается в аддикцию в тайном сговоре с ровесником, это помогает совладать с тревогой, страхом, чувством вины.

Можно обозначить ряд акцентуаций, которые относят к факторам риска при возникновении аддикций, а именно, неустойчивый тип, гипертимный тип, эпилептоидный тип, конформный тип, лабильный тип, истероидный тип. Причины развития аддикции разнятся в зависимости от типа акцентуации характера подростка.

Неустойчивый тип – особенно часто можно встретить у аддиктивных подростков. Главная причина аддикции – развлечение.

Гипертимный тип – благодатная почва для возникновения криминального поведения. Ведущая причина аддикции – стремление развлечься.

Эпилептоидный тип – источник нарушения процесса социализации, а значит, подростки с акцентуацией характера по эпилептоидному типу нередко испытывают негативные эмоции. Мотив, запускающий аддикцию – потребность в разрядке.



Конформный тип – отличительная черта представителей этого типа постоянная и чрезмерная конформность и крайне низкая критичность. Мотив аддикции – «быть как все», «за компанию».

Лабильный тип – главная черта характера лабильных подростков – это чрезвычайная изменчивость настроения. Неблагоприятная семейная обстановка, эмоциональное отвержение значимыми лицами – «слабое звено» этого типа акцентуации. Основной мотив аддикции – уход от проблем и улучшение эмоционального состояния.

Истероидный тип – ведущим является желание оказаться в центре внимания, быть «особенным» и «оригинальным», эти подросткам жизненно необходимо окружение, «зрители», которым они демонстрируют свою раскованность, театральность.

Средства массовой информации также могут спровоцировать развитие аддикции, демонстрируя аддиктивную практику как путь достижения успеха или способ справиться с болью, конфликтами, напряжением, стрессом. Они нередко дают противоречивую информацию, отражая родительские поляризованные эксцессы. Массовое информационное поле наполнено сообщениями как о ценности, так и об опасностях, связанных с объектами аддикции и аддиктивными практиками, например, яркая реклама, крупным шрифтом, оповещающая о радостях курения, и мелким – о том, что сигареты обладают губительным эффектом.

Таким образом, искажение ценностей выступает одной из ведущих причин социальных зависимостей детей и подростков, а именно:

1. абсолютизирование удовольствия может привести к возникновению алкоголизма, наркомании, табакокурения, пищевых зависимостей, шопоголизма, сексуальной зависимости, телевизионной и компьютерной зависимости, игромании, поскольку существует искаженное представление подростка, которое отражает искажения системы ценностей: «главное в жизни – наслаждаться», «жизнь дана человеку, чтобы получать удовольствие»;

2. абсолютизирование вещей, денег может привести к возникновению шопоголизма, техномании (неконтролируемое желание приобретать всё более и более новые технические приспособления), игромании, поскольку существует неадекватное представление подростка, отражающее искажения системы ценностей: «главное в жизни – материальный достаток», «все трудности в жизни обусловлены только с отсутствием денег», «деньги решают всё, в том числе проблемы чувств и взаимоотношений», «чем выше цена вещи, тем выше оценивают личность», «я хочу быть не хуже других», «если не обладаю модными вещами, со мной не будут дружить», «новая вещь может привлечь ко мне внимание ровесников, и у меня будет много друзей»;

3. абсолютизирование собственных потребностей с высокой долей вероятности может привести к возникновению игромании, шопоголизма, компьютерной зависимости, поскольку существует иррациональное представление несовершеннолетнего, которое демонстрирует искажения системы ценностей: «самое важное в жизни – чтобы мне было хорошо»;



4. абсолютизирование общения может привести к возникновению Интернет-зависимости (зависимость от социальных сетей), мобилозависимость, поскольку существует искаженное представление подростка, которое отражает изменения в системе его ценностей: «главное в жизни – общение», «человек обязательно должен иметь много друзей, много контактов», «если я не отвечу на телефонный звонок, то потеряю нужный контакт»;

5. абсолютизирование взросления и независимости может привести к возникновению алкоголизма, табакокурения, поскольку существует иррациональное представление несовершеннолетнего, отражающее искажения системы ценностей: «прием алкоголя, курение – демонстрация взрослости, независимости»;

6. абсолютизирование социального одобрения может привести к возникновению зависимостей, которые популярны среди ближайшего окружения несовершеннолетнего, поскольку существует неадекватное представление подростка, отражающее искажения системы ценностей: «чтобы быть принятым в обществе, нужно быть как большинство»;

7. нивелирование здорового образа жизни может привести к возникновению алкоголизма, табакокурения, наркомании, пищевых зависимостей, поскольку существует измененное представление подростка, которое отражает искажения системы ценностей: «здоровый образ жизни бессмысленен»;

8. нивелирование жизненной активности может привести к возникновению Интернет-зависимости, игромании, алкоголизма, наркомании, поскольку существует неадекватное представление подростка, отражающее искажения системы ценностей: «жизненная активность никому не нужна», «лучший способ избавиться от проблемы – забыть её»;

9. нивелирование собственной личности может привести к возникновению сексуальной зависимости, аддикции отношений, поскольку существует неадекватное представление подростка, отражающее искажения системы ценностей: «я не имею права претендовать на восхищение и признание других людей», «окружающие не могут ко мне хорошо относиться, потому что я не достоин этого», «я хуже других» [8, с.417].

Как правило, формирование и закрепление аддикции проходит в следующем порядке: первый опыт в виде эксперимента – периодическое употребление – систематическое употребление – навязчивая идея – психофизиологическая зависимость.

Отличительная особенность аддикции – её цикличность. Фазами одного цикла являются: наличие внутренней готовности к аддикции; усиление желания и напряжения; ожидание и активный поиск объекта аддикции; получение объекта и достижение искомых переживаний; расслабление; фаза ремиссии (относительного покоя). В дальнейшем цикл повторяется с индивидуальной частотой и выраженностью [2, с.164].

Итак, для того чтобы понимать и корректировать аддикции, важно вникнуть в их полифакторную этиологию, динамику и межличностные

отношения, в которых находится ребенок или подросток. Необходимо изучить сам аддиктивный процесс, описать и диагностировать его. Этот процесс связан с общими этиологическими факторами, психодинамикой и, кроме личности и агента, всегда предполагает действие третьих сил.

Целесообразно определить специфический аддиктивный комплемент и механизмы, запускающие процесс. Аддиктивный процесс имеет биографическую историю, в которой могут происходить переключения с одной аддикции на другую или множественные аддикции в разное время. Знание вышеуказанных факторов крайне необходимо для понимания аддиктивного процесса и эффективности коррекционного воздействия. По мнению Т.А. Емельянцевой, «аддиктивное поведение – это своеобразная задержка взросления личности с наличием искажений в проживании типичных возрастных кризисов» [3, с.182].

В отечественных исследованиях проблема аддиктивного поведения по сути объясняется двумя причинами: а) несоответствием требований нормы требованиям жизни; б) несовпадением требований жизни с потребностями конкретной личности.

Подростки, которые столкнулись с трудностью изменения своих негативных эмоций продуктивными приемами и не имеющие в своем арсенале действенных способов психологической защиты, оказываются в ситуации выбора: невроз или аддикция. При достаточно высоком социальном контроле и наличии жестких запретов на использование объекта зависимости, велика вероятность ухода в невроз. При отсутствии социального контроля и доступности объекта зависимости, актуализированная психологическая готовность к его использованию, зачастую, реализуется, и человек становится аддиктом. Иначе говоря, ребята, которым свойственна психологическая готовность к формированию аддикции, в случае сложности удовлетворения жизненно важных социальных потребностей с высокой долей вероятности подвержены аддикции или неврозу. Можно выделить две группы: импульсивные, властные и экстравертированные индивиды становятся аддиктами; более конформные, интровертированные – страдают неврозом.

Запускают психологическую готовность к формированию аддикции ряд внутренних и внешних факторов:

1. неумение подростка находить продуктивный выход из ситуации сложности удовлетворения насущных жизненных потребностей;
2. отсутствие или неэффективность методов психологической защиты подростка, которая бы позволила ему хотя бы временно нейтрализовать эмоциональный стресс;
3. наличие психотравмирующей ситуации, из которой подросток не может найти разумный выход.

Подросток оказывается бессильным перед переполняющими его негативными эмоциями и состояниями. Интуитивно спасаясь от разрушения психической равновесности и возникновения невротических симптомов, он пытается изменить своё состояние искусственным путем.

Состояние эмоционального напряжения, психического дискомфорта в подростковом возрасте возникают довольно часто. Этот кризис в развитии личности может протекать очень непросто, и подросток безотчетно старается пережить его «под анестезией». Экспериментальные исследования подтверждают наличие у подростков, склонных к формированию аддикций, психической напряженности и направленности на иррациональные формы защитного поведения на фоне недостаточной сформированности эффективных механизмов психологической защиты. Психологическая готовность к формированию аддикций – системообразующий фактор возникновения зависимости, и в то же время, она выступает и прогностическим критерием этого проявления. Иначе говоря, установив у подростка наличие такой готовности, можно с уверенностью сказать, что психотравмирующая ситуация приведет его или к аддиктивным проявлениям, или к неврозу, или к суициду. Любой из этих итогов станет бедой для подростка и его семьи, утратой для общества.

Таким образом, аддикция в сущности – это ущербно-адаптивная, несовершенная практика приспособления к слишком сложным для индивида условиям деятельности и общения. Психофизиологическая суть аддиктивного поведения заключается в неумении управлять своим психоэмоциональным тонусом. Своевременное обнаружение психологической готовности к формированию зависимости у детей и подростков делают возможным проведение ранней профилактики аддикций, способствует созданию методов диагностики склонности к зависимостям, разработке профилактических и психокоррекционных программ для детей и подростков, находящихся в сложной жизненной ситуации.

### Список литературы

1. Айвазова А.Е. Психологические аспекты зависимости – С-Пб.: Речь, 2003. – 120 с.
2. Даренский И.Д. Аддиктивный цикл. – М.: Издательская группа «Логос», 2008. – 255 с.
3. Говенко Ю.А., Таболова Э.С. Классификация и характеристика наиболее распространенных видов наркотических средств, психотропных и сильнодействующих веществ // Университетская наука. 2019. № 1 (7). С. 179-187.
4. Емельянцева Т. А. Неврозогенез (мультиmodalный подход): метод. рекомендации / Т. А. Емельянцева. – Минск: БГМУ, 2006. – 27 с.
5. Захарова С.Н., Перепёлкина Н.А. Семейное воспитание в педагогических представлениях А.С. Макаренко / Педагогическое новаторство А.С. Макаренко в контексте современности Безус С.Н., Бережнова О.В., Говенко Ю.А., Гордиенко Н.В., Горнастаева Е.Ю., Дусенко М.Е., Захарова С.Н., Карева Л.Н., Краснокутская Л.И., Мартынов О.В., Перепёлкина Н.А., Пилюгина Е.И., Пихурова В.В., Разумова Е.М., Саид С.Т.Ш., Сапронова Е.В., Свинкова Т.А., Сгонник Л.В., Таболова Э.С., Таранцова А.В. и др. коллективная монография, посвящённая 130-летию со дня рождения А.С. Макаренко. Уфа, 2018. С. 33-41.

6. Змановская Е.В. Девиантология: психология отклоняющегося поведения – учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2010. – 288 с. 7. Руководство по аддиктологии / Под ред. В.Д. Менделевича. – СПб.: Речь, 2007. – 768 с.

7. Перепелкина Н.А., Арутюнян А.А. Особенности работы учителя в начальных классах с семьями обучающихся «группы риска» // Гуманитарный научный журнал. 2017. № 1. С. 43-46.

8. Плиева М.М., Таболова Э.С. Воспитательный потенциал семьи и социализация детей. - Материалы Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной к Десятилетию детства в России «Защита детства: проблемы, поиски, решения.». Под ред. Смагиной М.В. 2018. С. 415-419.

9. Ярлыкова О.В., Перепёлкина Н.А. Современное гуманитарное знание как инструмент нравственного воспитания школьников. – Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции: Гуманитарное знание и духовная безопасность. – Грозный, 2017. С. 664-668.

© Н.А. Перепёлкина 2019

УДК 378.1

## STEAM В СИСТЕМЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

**Анисимова Татьяна Ивановна**

к. пед. н., доцент

**Сабирова Файруза Мусовна**

к. ф.-м. н., доцент

**Шатунова Ольга Васильевна**

к. пед. н., доцент

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
Елабужский институт

**Аннотация:** В статье рассмотрены процессы, связанные с цифровой трансформацией образования, влияющие на качественное изменение результатов обучения. Авторы предлагают шире использовать возможности STEM и STEAM-образования в подготовке педагогических кадров для цифрового общества. Приведены результаты экспериментальной работы по реализации идей STEAM-образования в рамках проектной деятельности школьников и студентов, показана ее эффективность в достижении результатов обучения.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, цифровизация образования, трансформация образования, STEAM-образование.

## STEAM IN THE SYSTEM OF DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION

**Anisimova Tatyana Ivanovna**

**Sabirova Fairuza Musovna**

**Shatunova Olga Vasilyevna**

**Abstract:** The article deals with the processes associated with the digital transformation of education, affecting the qualitative change of learning outcomes. The authors propose to use the opportunities of STEM and STEAM education more widely in the training of teachers for the digital society. The results of experimental work to implement the ideas, STEAM education through project activities of students shown its effectiveness in achieving learning outcomes.

**Key words:** digital economy, digitalization of education, transformation of education, STEAM education.

В настоящее время все более широкомасштабно происходит цифровая трансформация экономики, которая законодательно закреплена Указом Президента РФ от 9.05.2017 г. № 203 «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [1] и программой

«Цифровая экономика Российской Федерации», принятая распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 г. № 1632-р [2]. Ориентир на цифровую экономику становится определяющим в развитии всех сторон жизни общества, в том числе российского образования [3]. Система образования призвана «обеспечивать обществу уверенный переход в цифровую эпоху, ориентированную на рост производительности, новые типы труда, потребности человека» [4], поэтому сегодня можно говорить о цифровизации образования, которая «направлена на подготовку специалистов, которые гарантированно востребованы на рынке труда, легко и свободно владеют мобильными и интернет-технологиями, а также ориентированы на непрерывное обучение (повышение квалификации) с помощью электронного обучения» [4].

Цифровизация образования должна лечь в основу системных изменений при создании новых моделей образования, которые будут соответствовать меняющейся парадигме промышленного производства. «Цифровизация образования означает расширение с помощью цифровых решений и информационных систем доступа учащихся к образовательным ресурсам лучших университетов мира, к удаленным данным результатов научных экспериментов и исследований, к библиотеке инженерных задач и проблем, а также к созданию распределенных трудовых, научно-исследовательских и образовательных команд» [5]. Неразрывно связаны с ней персонализация образования, проектный подход, интеграция формального и неформального образования, создание интеграционных творческих площадок реального бизнес-сектора и промышленности, академического и профессионального образования, в которых могла бы осуществляться совместная работа над проектами, инициированными реальным сектором экономики [5].

Цифровая трансформация образования затрагивает все уровни образования и невозможна без деятельного участия учащихся, педагогов, работников управления, всех стейкхолдеров (заинтересованных сторон), включая родителей и работодателей, политиков и представителей общественности. Эту работу можно разделить на три большие связанные между собой группы [6, с. 16].

1. Развитие цифровой инфраструктуры образования.
2. Развитие цифровых учебно-методических материалов, инструментов и сервисов, включая цифровое оценивание.
3. Разработка и распространение новых моделей организации учебной работы.

Очевидно, что в этих условиях особенно актуальным становится поиск прорывных, инновационных технологий подготовки кадров. Одной из таких нетрадиционных технологий является STEM образование (science – наука, technology – технология, engineering – инжиниринг, mathematics – математика), основанное в США. Оно направлено на то, чтобы дети, ставя эксперименты, создавая различные проекты, могли понимать практическое применение тех теоретических знаний, которые они получили на уроках математики, технологии и прочих естественно-научных дисциплин [7]. К тому же, все чаще



и чаще звучит мысль о том, что знаний в области математики, техники и естественных наук, получаемых в школе, недостаточно. Поэтому в уже существующую технологию возникла необходимость внесения изменений, связанных с добавлением искусства, и появилось новое направление, получившее название STEAM-образование, которое представляет собой продолжение концепции STEM-образования. Включение «в STEM-образование творческих дисциплин, которые можно обозначить термином «Arts» – искусства, расширяет данное направление и обогащает его креативной составляющей» [7].

Единство научно-технического и Arts-направления в образовании объясняется и с физиологической точки зрения различием в функционировании левого и правого полушария мозга, поскольку «так называемая «левая» сторона мозга отвечает за логическое мышление, а «правая» – за мышление посредством прямого восприятия и обеспечивает креативное, инстинктивно-интуитивное мышление. Авторы С. Спрингера и Г. Дейча книги «Левый мозг, правый мозг. Асимметрия мозга» [8] приводят примеры научных экспериментов, доказывающих, что объединенное действие асимметричных компонентов двух полушарий порождает разнообразные человеческие таланты. Поэтому неверно делать выбор между науками и гуманитарными искусствами, они должны гармонично сочетаться и дополнять друг друга.

Идея использования методов разностороннего развития в сфере образования не есть какое-то ноу-хау. Например, существует концепция SEL, предполагающая развитие у детей социальных и эмоциональных навыков, на которую делают большую ставку в воспитании «людей будущего». Или же метод феномено-ориентированного обучения и преподавания PBL, схожий со STEM в том смысле, что и тут, и там предпринимаются попытки объединить разные дисциплины при изучении или проработке какой-то темы. Упомянутая методика PBL и концепция STEM во многом предусматривают подкрепление технических дисциплин гуманитарными. Поэтому логичным шагом стала попытка «узаконить» такое объединение, подключить к сугубо технической концепции STEM творческий аспект развития личности. Так появились системы, где наряду с наукой, технологией, инженерией и математикой присутствуют Art (от англ. «искусство») – это концепция STEAM, Music (англ. «музыка») – STEMM, Reading («чтение» наряду с искусством) – STREAM. Наибольшее распространение получила именно методика STEAM как полноценное, состоявшееся и самодостаточное явление.

В целом, если оценивать перспективность двух этих концепций – «чистого» STEM и STEM с творческой составляющей, то первая из них больше была востребована в конце прошлого века. В то же время STEAM может адекватно и эффективно ответить на вызовы не только сегодняшнего дня, но и будущего. Здесь речь идет о том, что значительная часть рабочих процессов уже сейчас поддается автоматизации, а в будущем, как предупреждают аналитики, все больше профессий станет попадать в зону риска, исчезая одна за другой, – их будет заменять искусственный интеллект. И пока что среди немногих

навыков, которые в обозримом будущем не поддадутся напору искусственного интеллекта, остаются эмпатия и эмоциональный интеллект.

Исследования по реализации элементов STEAM образования ведутся во многих странах: США, Австралии, Южной Кореи, Канаде, Таиланде и др. Возможности включения элемента «ART», используемой в аббревиатуре STEAM, как показало изучение опыта реализации STEAM-образования, весьма разнообразны и по мере продвижения по уровням обучения расширяются.

Например, в детских садах и младших классах в качестве элемента, связующего STEM и STEAM, может служить такая область физического знания как акустика. По мнению исследователей, акустика идеально подходит для STEAM, поскольку тесно связана с одной из областей искусства – музыкой. Понятно, что для этого необходима подготовка педагогических кадров, и есть такой опыт сотрудничества (обучения) Acoustics Research Group at Brigham Young University (BYU) с учителями начальных школ, которые впоследствии успешно интегрировали искусство в преподавательскую деятельность [9]. Работа по повышению интереса к физическим явлениям у младших школьников может быть интегрирована в систему STEAM-образования [10].

С 2011 года в Чикаго поддержана инициатива «Ученый для будущего» (Scientists for tomorrow – SfT) Инициатива SfT призвана использовать учебную программу, основанную на STEAM, и представляет собой партнерство между учреждениями высшего образования, внешкольными организациями и провайдерами неформального образования. Инициатива реализуется во всех сообществах в течение учебного года, в рамках которой в свободное от основной учебы или работы время молодежью изучаются различные учебные модули, такие как «Альтернативные энергии», «Физика звука и математика музыки», «Люди и растения», «Робототехника» и «Астрономия» [7]. Данная инициатива способствовала повышению уровня знаний в областях, вызвавших интерес и росту позитивного отношения к STEAM.

Исследователи Гентского университета утверждают, что благодаря включению искусства в программы STEM, образовательная деятельность может стать более привлекательной для более широкой аудитории. Как модель такой образовательной деятельности они представляют международную неделю робототехники и искусства для учащихся средних школ [11]. Ученые из Финляндии указывают на необходимость повышения творчества в математическом образовании в школе. Они предлагают проведение мобильных интерактивных математических выставок «Искусство математики». В 2015 году был запущен трехгодичный проект «ER4STEM» (Австрия, Болгария, Греция, Мальта и Великобритания), который направлен на творческое и критическое использование образовательной робототехники для поддержания интереса школьников к научно-технической отрасли. Цель «ER4STEM» – разработать открытую и концептуальную рамку, позволяющую детям изучать различные направления образовательной робототехники и STEAM. В рамках проекта предусмотрено проведение ежегодной Европейской конференции по образовательной робототехнике [7].

В России тоже понимают эту проблему – открывают Центры технической поддержки образования, в которых частично решаются задачи привлечения

учащихся к инженерному делу и роботостроению. Активно вовлекаются бизнес-компании для реализации проектов предметно-ориентированного обучения детей и молодежи, что подтверждает правильность данной стратегии в образовании. Через сближение инженерного, естественно-научного и гуманитарного знания педагоги создают благоприятные условия для развития у учащихся метакомпетенций, необходимых им для успешной профессиональной деятельности в будущем. В российских STEAM-центрах создаются для этого проектные лаборатории, объединяющие науки, технологии и искусства [12].

Сегодня в России для реализации концепции STEAM-образования перед системой педагогического образования ставится задача подготовки соответствующих кадров, обладающих необходимыми компетенциями, среди которых наиболее востребованными являются метапредметные и проектно-исследовательские навыки. В формировании данных компетенций существенная роль отводится педагогическому вузу. В настоящее время выпускник педагогического вуза, кроме умений решать стандартные профессиональные задачи по обучению, воспитанию и развитию подрастающего поколения, должен быть готов к генерации новых идей, реализации их в проектах, проведению научных исследований и внедрению их результатов.

Мы видим два пути решения поставленной проблемы.

Первый путь состоит в том, что преподаватели STEAM могут реализовывать программы обучения на основе метода проектов. В российской педагогической практике прекрасным примером STEAM-образования может служить технологическое образование школьников в рамках предмета «Технология». Целью изучения данного предмета является формирование представлений о составляющих техносферы, о современном производстве и о распространенных в нем технологиях. Технология как учебный предмет сегодня способствует профессиональному самоопределению школьников в условиях рынка труда, ориентирует их на использование проектно-исследовательской, дизайнерской и научно-технической деятельности. Учебно-познавательная деятельность обучающихся в предметной области «Технология» базируется на естественно-научных, научно-технических, технологических, предпринимательских и гуманитарных знаниях. Нет ни одной другой дисциплины в школе, которая бы использовала в своих целях материал такого широкого диапазона фундаментальных и прикладных наук. Однако предмет «Технология» не преподается в российских школах у старшеклассников, и поэтому выполнение проектов осуществляется в рамках неформального и информального образования, что является определенной трудностью для учителей технологии.

Выходом из сложившейся ситуации может быть создание и развитие междисциплинарных научно-образовательных «творческих пространств» в формате научно-образовательных центров, приоритетно ориентированных на создание среды для эффективной междисциплинарной проектной работы школьников, студентов и аспирантов над заказами, инициированными реальным промышленным сектором. Одной из основных ролей таких площадок должна быть роль интеграторов научной, образовательной, бизнес- и

промышленной среды, обеспечивающих на своей территории синергию соединения знаний и опыта из различных сфер [5].

В течение 2017-2018 гг. в рамках неформального и информального образования была проведена экспериментальная работа с 32 школьниками и 34 студентами Казанского федерального университета, направленная на определение уровня сформированности таких компетенций как: умение управлять проектами и процессами, системное мышление, способность к художественному творчеству, умение работать с коллективами, группами и отдельными людьми, способность работать в режиме высокой неопределенности и быстрой смены условий задач.

Экспериментальная работа предполагала организацию «творческих пространств» для проведения проектной работы школьников и студентов в составе рабочих групп, которые формировались из числа школьников и студентов. Рабочие группы формировались по принципу свободного выбора школьниками и студентами тем проектов и их заинтересованности выполнять проектную деятельность. На организационном тренинге приглашенные школьники и студенты Елабужского института Казанского федерального университета (КФУ) обсудили темы проектов и разбились на рабочие группы по 5-6 человек. В качестве объектов проектирования были выбраны социально значимые темы, актуальные как для уровня школы и университета, так и для уровня города и региона. К каждой группе был прикреплен наставник из числа преподавателей университета, а также научный консультант – специалист в определенной области (музейный работник, дизайнер, эколог, бизнесмен и т.п.).

Работа над проектами длилась 3 месяца, школьники и студенты собирались раз в неделю для обсуждения актуальных вопросов и выполнения проекта. Затем была проведена защита проектных работ перед конкурсной комиссией. В состав комиссии были приглашены представители бизнеса и культуры, мэрии города, преподаватели университета и учителя школ. Научные консультанты и наставники, работавшие с группами, предварительно оценивали работу каждого участника по следующим критериям [12]: 1) достижение результата и его осознанность; 2) инициатива и самостоятельность; 3) планирование времени, самоорганизация; 4) коммуникация и кооперация; 5) интеграция — интерес к различным областям деятельности, открытость к инструментарию других смежных областей, готовность консультироваться с руководителями других проектов, системно подходить к рассмотрению проекта: 6) творчество.

Каждый критерий оценивался по 5-балльной системе. На основании выделенных критериев и показателей были определены пять уровней сформированности навыков и компетенций для цифровой экономики: низкий (от 0 до 3 баллов), ниже среднего (от 3 до 3,5 баллов), средний (от 3,5 до 4 баллов), выше среднего (от 4 до 4,5 баллов), высокий (от 4,5 до 5 баллов).

Конкурсная комиссия оценивала выступление команд по следующим критериям: «логичность и аргументированность изложения результатов проекта, ораторские способности выступающих, способность взаимодействовать с аудиторией» [11], умение вести дискуссию с экспертами, готовность и способность отвечать на поставленные вопросы, творческий

подход к выбору формы представления результатов проектной работы, качество оформления пояснительной записки.

Анализ результатов экспериментальной работы показал, что использование «творческих пространств» для реализации проектной деятельности школьников и студентов, включение категории «искусство» в ее содержание позволяет сформировать у обучающихся необходимые для Индустрии 4.0 навыки и компетенции.

На организационном тренинге, перед началом выполнения проектов научные руководители групп выставили школьникам и студентам баллы по каждому критерию и определили уровни сформированности оцениваемых навыков и компетенций. Средние баллы указаны в таблице 1.

**Таблица 1**

**Первоначальные уровни сформированности навыков и компетенций  
участников эксперимента**

<b>Уровни</b>	<b>низкий</b>	<b>ниже среднего</b>	<b>средний</b>	<b>выше среднего</b>	<b>высокий</b>
<b>Школьники</b>	6,25 %	18,75 %	53,13 %	15,63 %	6,25 %
<b>Студенты</b>	2,94 %	20,59 %	44,12 %	23,53 %	8,82 %

На последнем этапе выполнения проектов руководителями групп было проведено экспертное оценивание уровней сформированности навыков и компетенций каждого участника эксперимента. Данные приведены в таблице 2.

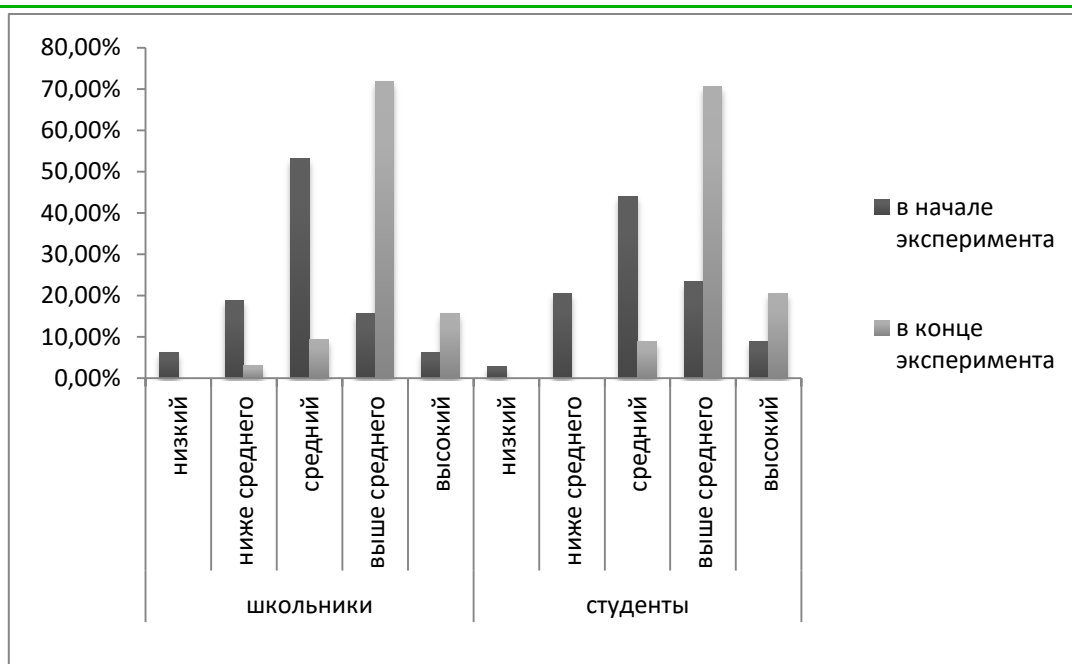
**Таблица 2**

**Окончательные уровни сформированности навыков и компетенций  
участников эксперимента**

<b>Уровни</b>	<b>низкий</b>	<b>ниже среднего</b>	<b>средний</b>	<b>выше среднего</b>	<b>высокий</b>
<b>Школьники</b>	0 %	3,12 %	9,38 %	71,88 %	15,62 %
<b>Студенты</b>	0 %	0 %	8,82 %	70,59 %	20,59 %

88 % школьников и 91 % показали сформированность указанных компетенций на уровне выше среднего. Итоговые результаты представлены на рисунке 1.





**Рис. 1 Уровни сформированности навыков и компетенций школьников и студентов до и после эксперимента**

Таким образом, предложенная модель может рассматриваться как универсальное средство для качественной подготовки школьников и студентов к профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики.

Другой способ решения проблемы подготовки кадров для цифровой экономики заключается, на наш взгляд, в подготовке педагогов для STEAM-образования на уровне магистратуры, включая в их обучение дисциплины и практики по каждому блоку STEAM [7].

Блок Science должен включать такие дисциплины как, «Физика», «Химия», «Биология» и др. В блоке Technology должны быть представлены, например, такие дисциплины как «Образовательная робототехника», «Технологии использования цифровых ресурсов», «Дистанционные технологии обучения» и пр. Дисциплины блока Engineering должны быть ориентированы на формирование у магистрантов проектно-исследовательских компетенций, навыков конструирования и моделирования, необходимых инженеру. Это могут быть такие дисциплины как «Основы инженерного проектирования». Категория Arts, реализуемая в соответствующем модуле, предполагает творческую учебную деятельность в рамках таких предметов как «Дизайн», «Мировая художественная культура», «Арт-педагогика», возможно «Музыка» и др. И блок Mathematics должен включать математические дисциплины.

Мы считаем, что ключевой дисциплиной в содержании педагогов для STEAM-образования должна стать «Образовательная робототехника». Образовательная робототехника подходит для всех возрастов – от дошкольников до студентов системы профессионального образования, так как предполагает и теоретическую подготовку, и техническое творчество, и



обучение в процессе игры. Совершенствование модели сквозного курса обучения робототехнике позволяет обеспечить теоретическую базу в сфере информатики, кибернетики и искусственного интеллекта, сориентироваться в профессии, вовремя дать полезный навык – уметь учиться, подготовиться к профессиям будущего [13].

В Елабужском институте КФУ в 2018 году была открыта магистерская программа «Образовательная робототехника» по направлению 44.04.01 Педагогическое образование.

Одна из профессиональных компетенций, сформулированных самостоятельно институтом, указывает на то, что выпускник должен владеть навыками конструирования и программирования роботов, используя знания из области информатики, конструирования, электроники, программирования, математики и физики.

Основными дисциплинами, реализующими данную компетенцию, являются «Робототехника», «3 D- моделирование», «Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем», «Инженерное проектирование», «Основы мехатроники и робототехники», «Особенности технологий преподавания робототехники в дополнительном образовании», «Методика преподавания робототехники на уроках технологии», «Управление андроидными робототехническими системами», «Управление биоморфными роботами».

На занятиях магистры конструируют роботов, программируют и разрабатывают методические рекомендации по использованию их в развитии инженерных и творческих компетенций у обучающихся. На практиках (ознакомительной, технологической и педагогической) магистры отрабатывают свои методики. Результаты работы магистров отражаются в их исследованиях [14; 15].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что все виды практики, предусмотренные учебным планом подготовки STEAM-педагогов, также должны быть проектно-технологическими. Работа над проектами даст возможность сформировать и развить в каждом студенте те навыки и компетенции, которые необходимы человеку цифровой эпохи: осознанность достижения результата проектной деятельности; инициативная творческая самостоятельность; самоменеджмент; коммуникация и кооперация; интеграция и системный подход к решению проблемы [12].

Для выявления готовности будущих учителей математики, физики и технологии к формированию проектно-исследовательских компетенций у обучающихся, в марте-апреле 2019 года в Елабужском институте КФУ было проведено анкетирование [10]. Количество студентов, которые приняли участие в анкетировании – 80 (male – 63,9 %; standart deviation – 1,01; female – 36,1 %), 65 из которых обучаются на последнем и предпоследнем курсах бакалавриата, 15 человек – на первом курсе. Средний возраст участников 21 год, мужчин – 36 (45 %), женщин 44 – (55 %).

Анкета состояла из 8 вопросов, из которых 4 – с выбором одного ответа, 4 – одного или нескольких. Анкетирование показало, 50 % студентов считают, в содержание их базовой подготовки должна быть включена дисциплина «Основы проектной деятельности», 33 % – «Психология творчества», 23 % – «История искусств». Кроме этого, было предложено включить в этот перечень основы ораторского искусства, современные IT-технологии [7].

Результаты проведенной экспериментальной работы подтвердили, что в ходе подготовки будущих педагогов к профессиональной деятельности необходимо вести работу по формированию когнитивных, внутриличностных и межличностных навыков, на что, и направлена описанная выше программа.

Реализация концепции STEAM-образования позволяет вывести на новый уровень место составляющей «Art» как важного потенциала по формированию проектно-исследовательских компетенций будущих педагогов, среди которых можно выделить как введение в образовательные программы дополнительных дисциплин, так и развития навыков критического мышления и творческой, проектной деятельности, которые и предстоит формировать в процессе подготовки будущих педагогов. Все это может быть реализовано на занятиях по робототехнике, на которых происходит развитие творческих и коммуникативных компетенций, инженерных и проектно-исследовательских навыков.

Таким образом, будущее экономического роста в цифровом обществе во многом зависит от наличия квалифицированных инженерных кадров, начало формирования которых должно быть положено на уровне средней школы и продолжаться в колледжах и университетах через поддержку и активное внедрение STEAM-образования.

### Список литературы

1. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 10.12.2019)
2. Цифровая экономика Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/112831/> (дата обращения: 10.12.2019).
3. Днепровская Н.В. Оценка готовности российского высшего образования к цифровой экономике // Статистика и экономика – 2018. – № 4. – С. 16-28.
4. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 8. – С. 107–113.
5. Алексанков А.М. Четвертая промышленная революция и модернизация образования: международный опыт // Стратегические приоритеты. – 2017. – № 1 (13). – С. 53-69.
6. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А.Ю. Уваров [и др.]; под ред. А.Ю. Уварова, И.Д. Фрумина. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. – 344 с.

7. Анисимова Т.И., Сабирова Ф.М., Шатунова О.В. Подготовка педагогов для STEAM-образования // Высшее образование сегодня. – 2019. – № 6. – С. 31-35.

8. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг. Асимметрия мозга. – М.: Мир, 1983. – 256 с.

9. Goates C.B., Whiting J.K., Berardi M.L., Gee K.L., Neilsen T.B. The sound of STEAM: Acoustics as the bridge between the arts and STEM // Proceedings of Meetings on Acoustics. – 2017. – Vol. 26. – Is. 1. – Pp. 025002-1–025002-9.

10. Сабирова Ф.М., Дерягин А.В. Из опыта формирования интереса к изучению физических явлений у детей младшего школьного возраста в рамках проекта "Детский университет" // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – С. 178-186.

11. Wyffels, F., Van de Steene, W., Roets, J., Ciocci, M., Carbajal, J. (2016). Building ArtBots to Attract Students into STEM Learning. CoRR abs/1608.03405

12. Дроздов Д.А., Миронова Ю.Н. Некоторые аспекты виртуального моделирования местности // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 6. – С. 45-49.

13. Седина Е.С., Соболева Е.В. Обоснование необходимости совершенствования модели обучения робототехнике как основы стратегии подготовки кадров для профессий будущего // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2018. – № 7. – С. 540–551.

14. Давлетшина Д.Ш. Развитие у обучающихся среднего профессионального образования способностей к инженерно-техническому творчеству на занятиях по робототехнике // NOVAUM.RU. – 2019. – № 19. – С. 328-329.

15. Савинова С.Ю., Шубнякова Н.Г. Проектная деятельность в профессиональной подготовке бакалавров-менеджеров // Инновационные проекты и программы в образовании. – 2015. – № 5. – С. 46-52.

**РАЗДЕЛ II**  
**РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В СФЕРЕ**  
**ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

УДК 621.311(07)

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ**  
**ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**  
**КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПОДСТАНЦИИ**  
**ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАТУСА СУБЪЕКТА ОПТОВОГО РЫНКА**  
**ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

**Андрианова Людмила Прокопьевна**

д-р техн. наук, профессор

**Шабанов Виталий Алексеевич**

канд. техн. наук, профессор

**Хакимьянов Марат Ильгизович**

д-р техн. наук, профессор

**Хазиева Регина Тагировна**

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный  
нефтяной технический университет»

**Аннотация:** В статье изложены принципы организации автоматизированного учета на оптовом рынке электроэнергии; нормативные требования, предъявляемые к функциональной структуре автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) и ее подсистемам; основные измерительные и программные компоненты для создания АИИС КУЭ. Приведены фрагменты технорабочего проекта АИИС КУЭ подстанции 110/10 кВ на базе сетевого индустриального контроллера «СИКОН С-70» с применением многофункциональных микропроцессорных счетчиков электрической энергии СЭТ-4Т403М.01 с двумя интерфейсами RS-485, предназначенными для двунаправленного учета активной и реактивной электрической энергии и мощности. Приведена методика выбора измерительных трансформаторов тока и напряжения с подтверждением правильности выбора в установленном классе точности. Приведены метрологические характеристики компонентов комплекса технических средств. Изложена методика определения предела допускаемой относительной погрешности измерительного комплекса при измерении электроэнергии в рабочих условиях эксплуатации. Приведена методика оценки проектной надежности АИИС КУЭ.

**Ключевые слова:** Электроэнергетика, оптовый и розничный рынок электроэнергии, коммерческий и технический учет, автоматизированная система учета, функциональная структура, комплекс технических средств,

сетевой индустриальный контроллер, система обеспечения единого времени, предел допускаемой погрешности, проектная надежность.

## PRINCIPLES OF BUILDING AUTOMATED INFORMATION-MEASURING SYSTEMS OF COMMERCIAL METERING OF ELECTRIC POWER ON SUBSTATIONS FOR OBTAINING STATUS OF SUBJECT OF THE WHOLESALE ELECTRIC POWER MARKET

Andrianova Lyudmila Prokopyevna  
Shabanov Vitaliy Alekseevich  
Khakimyanov Marat Ilgizovich  
Khazieva Regina Tagirovna

**Abstract:** The article sets forth the principles of organizing automated metering in the wholesale electricity market; regulatory requirements for the functional structure of an automated information-measuring system for the commercial accounting of electricity (AIIS KUE) and its subsystems; main measuring and software components for creating AIIS KUE. Fragments of the AIIS KUE technical design project of a 110/10 kV substation based on the SIKON S-70 industrial network controller using the CET-4T403M.01 multifunctional microprocessor-based electric energy meters with two RS-485 interfaces for bi-directional metering of active and reactive electric energy are presented and power. A methodology for the selection of measuring current and voltage transformers is presented with confirmation of the correct choice in the established accuracy class. The metrological characteristics of the components of the complex of technical means are given. The methodology for determining the limit of permissible relative error of the measuring complex when measuring electricity under operating conditions is described. A methodology for assessing the design reliability of AIIS KUE is given.

**Key words:** Electric power industry, wholesale and retail electricity market, commercial and technical metering, automated metering system, functional structure, complex of hardware, industrial network controller, single-time system, margin of error, design reliability.

Переход в России к цифровизации в электроэнергетике предъявляет жёсткие требования к организации коммерческого учёта электроэнергии (ЭЭ).

Преобладающий в настоящее время на объектах электроэнергетики локальный учет ЭЭ на базе интегральных и интервальных приборов учета ЭЭ не позволяет эффективно контролировать прохождение ЭЭ как товара по всему ее технологическому циклу, оперативно решать задачи составления балансов ЭЭ и мощности для выявления потерь по всем объектам и субъектам сетевого комплекса, обеспечивать оперативные расчеты и платежи за потребленные ЭЭ и мощность, оптимизировать и прогнозировать энергопотребление, эффективно управлять режимами энергопотребления.

Поэтому комплексы учета ЭЭ на объектах электроэнергетики подлежат поэтапной модернизации и замене интеллектуальными средствами измерений и системами, основанными на использовании принципов автоматизации учета



ЭЭ в соответствии с современными международными нормами и правилами [8]. Целью технической политики ПАО «ФСК ЕЭС» по учету ЭЭ на объектах электроэнергетики является создание единой концепции для совершенствования и развития комплексов учета ЭЭ распределительного электросетевого комплекса с использованием современных средств учета ЭЭ, сбора и передачи данных учета.

Основная задача модернизации систем учета ЭЭ на подстанциях заключается в создании современных автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), отвечающих техническим требованиям, предъявляемым к системам субъекта ОРЭ, в соответствии с договором о присоединении к торговой системе оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ) [1], [2].

Автоматизированная информационно-измерительная система учета электроэнергии (АИИС УЭ) - совокупность функционально объединенных информационно-измерительных комплексов (ИИК) точек учета, информационно-вычислительных комплексов электроустановок (ИВКЭ), информационно-вычислительных комплексов (ИВК) субъектов и системы единого времени данного субъекта. АИИС УЭ по своему назначению подразделяются на автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) и автоматизированные информационно-измерительные системы технического учета электроэнергии (АИИС ТУЭ) [1], [2].

В настоящее время на территории Российской Федерации действует двухуровневый (оптовый и розничный) рынок электроэнергии и мощности.

Оптовый рынок – это сфера купли-продажи электроэнергии (мощности), осуществляемой его субъектами в пределах Единой энергетической системы (ЕЭС) России [3].

Розничный рынок электроэнергии (РРЭ) - это сфера обращения ЭЭ вне оптового рынка с участием ее потребителей. В рамках розничных рынков ЭЭ реализуется электроэнергия, приобретенная на оптовом рынке электроэнергии и мощности, а также электроэнергия генерирующих компаний, не являющихся участниками оптового рынка.

Отличительные особенности коммерческого учета на оптовом и розничном рынках электроэнергии приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Сравнительный анализ коммерческого учета ЭЭ на оптовом и розничном рынках электроэнергии**

<b>Особенности</b>	<b>Розничный рынок</b>	<b>Оптовый рынок</b>
Наличие системы коммерческого учета	Не обязательно	Обязательно
Наличие интервального прибора учета	Обязательно для потребителей с присоединенной мощностью более 670 кВт	Обязательно в составе системы

Для коммерческого учета ЭЭ на оптовом рынке создают АИИС КУЭ, которые представляют собой – комплекс аппаратно-программных средств,



выполняющий автоматический сбор, измерение и обработку информации о расходе электроэнергии на подключенном к нему объекте.

АИИС КУЭ включает в свой состав:

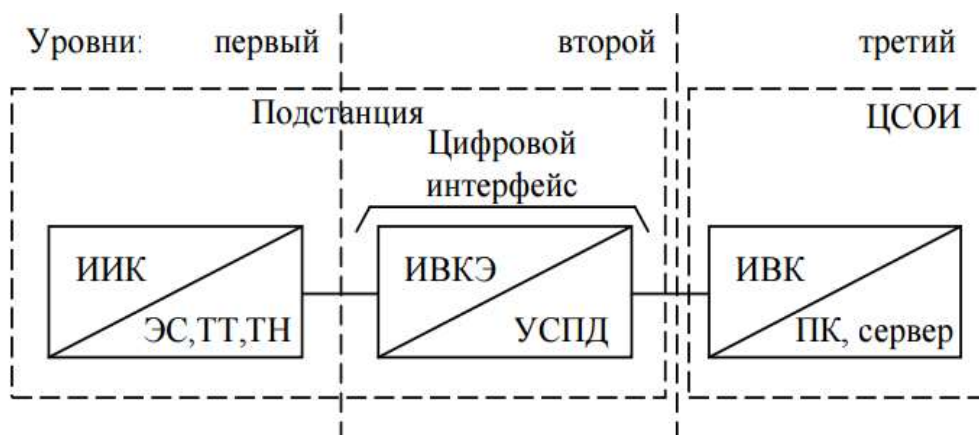
- в качестве компонентов средства измерения: измерительные трансформаторы тока и напряжения, счетчики ЭЭ, УСПД, устройства сигналов точного времени;
- в качестве технических средств: цепи вторичной коммутации, устройства связи, сервер;
- программные средства.

По способу организации информационных процессов АИИС КУЭ относится к классу чисто информационных систем, основной задачей которых является сбор, передача, обработка и хранение информации. Функции АИИС КУЭ включают элементы планирования и прогнозирования; учета, контроля и анализа данных.

Измерительная подсистема АИИС КУЭ включает набор измерительных каналов, а также вспомогательных устройств, объединенных в функционально законченное устройство, и, с точки зрения метрологического обеспечения, рассматривается как разновидность средств измерений.

К задачам АИИС КУЭ относится проведение измерений электроэнергии, получение, обработка, регистрация результатов измерений и информации о состоянии объектов и средств измерений, а также предоставление соответствующей информации в различных формах.

АИИС КУЭ относится к классу автоматизированных систем с иерархической структурой. Классический вариант построения АИИС КУЭ на подстанции предусматривает наличие трех уровней (рис.1).



**Рис. 1** Типовая трехуровневая структура АИИС УЭ подстанции

Уровни трехуровневой АИИС КУЭ подстанции:

- уровень ИИК, включающий измерительные трансформаторы тока (ТТ), напряжения (ТН) и счетчики электрической энергии (ЭС);
- уровень ИВКЭ, включающий устройства сбора и передачи данных (УСПД);

- уровень ИВК (ЦСОИ - центр сбора и обработки измерений), включающий программный комплекс ПК, сервер (сбора, баз данных), устройство синхронизации системного времени.

Уровень ИВК может быть представлен в виде сложного программно-аппаратного комплекса, состоящего из выделенного сервера БД, сервера сбора, с применением всевозможных кластерных решений по распределению нагрузки и отказоустойчивости, с наличием специализированных подсистем резервного копирования данных и т.п.

Для работы персонала с АИИС КУЭ создаются автоматизированные рабочие места (АРМ) - специализированные места пользователей. АРМ фигурирует на уровне ИВК и, в свою очередь, является комплексом средств и устройств, предоставляющим доступ к информационным функциям АИИС УЭ.

В состав АИИС КУЭ входит также система обеспечения единого времени (СОЕВ), привязанная к единому календарному времени (рис. 2).

СОЕВ формируется на всех уровнях и выполняет законченную функцию измерений времени, имеет нормированные метрологические характеристики и обеспечивает синхронизацию времени при проведении измерений количества электроэнергии с точностью  $\pm 5,0$  с/сутки.



**Рис. 2** Обобщенная структурная схема многоканальной АИИС КУЭ

Программное обеспечение (ПО) АИИС КУЭ функционально делится на два основных типа:

- специализированное ПО, осуществляющее сбор, обработку и передачу информации, применяется на сервере сбора;
- система управления базами данных (СУБД), выполняющая функции хранения информации, используется на сервере БД.

Модернизация АИИС КУЭ дает возможность осуществления легитимного и достоверного автоматизированного коммерческого учета и контроля выполнения графиков ограничения потребления на подстанциях электросетевых районов, задействованных в информационном взаимодействии для обеспечения бизнес-процессов купли-продажи ЭЭ.

В качестве типового технического решения при создании АИИС КУЭ для выхода на ОРЭМ целесообразно использовать трехуровневую структуру, представленную на рис. 3, содержащую уровни ИИК, ИВКЭ, ИВК.

Уровень ИИК представлен трансформаторами тока и напряжения, вторичными цепями, соединяющими трансформаторы со счётчиками.

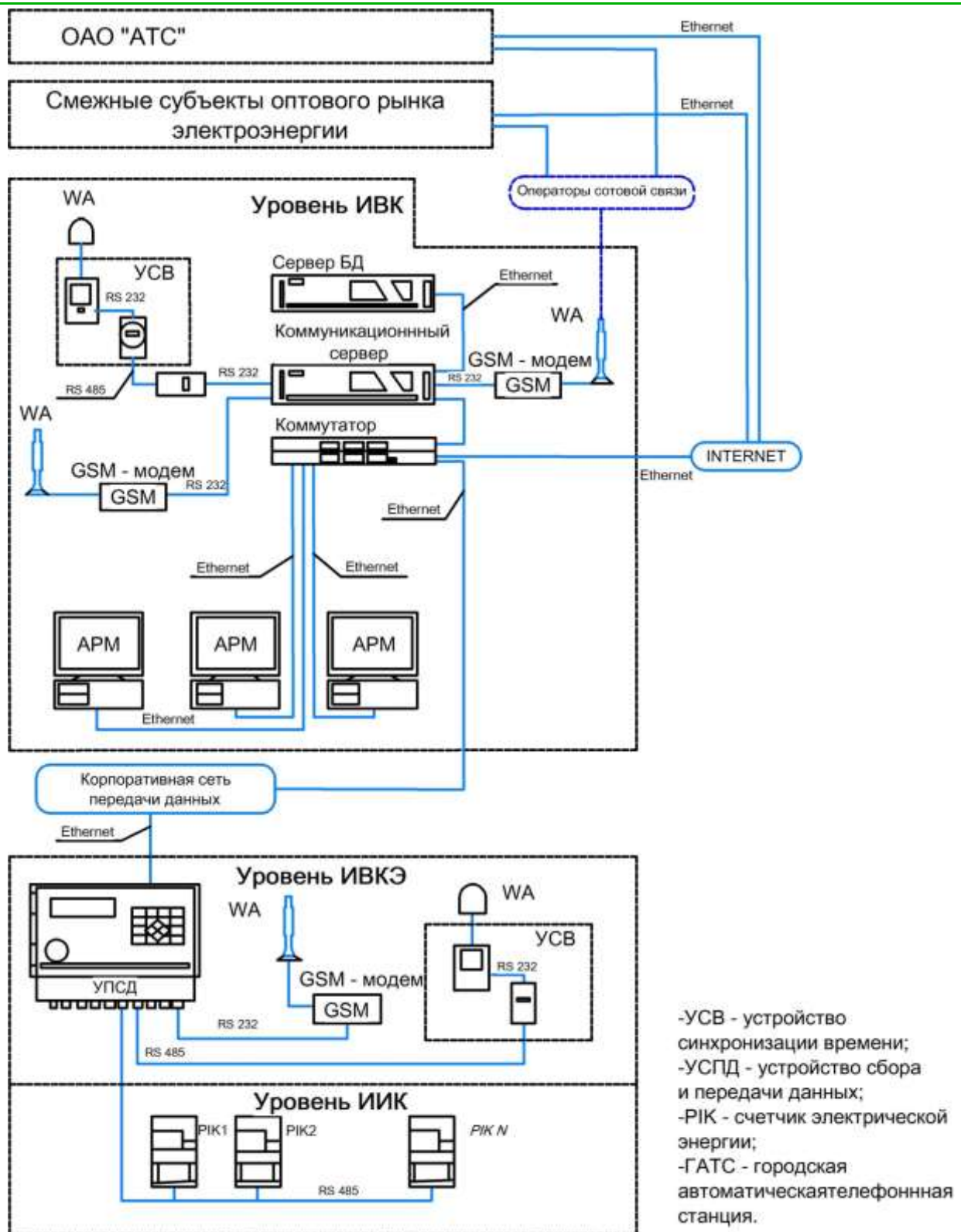
Интерфейсом передачи данных между счётчиками и УСПД в большинстве создаваемых систем является RS-485, реже используют CAN, RS-232, ИПРС, GSM. Основным требованием, предъявляемым к каналам связи между ИИК и ИВКЭ, является скорость передачи данных по каналу не менее 9600 бит/секунду и коэффициент готовности канала  $K_T \geq 0,95$ .

Уровень ИВКЭ представлен УСПД, средствами передачи данных и УСВ. Интерфейсом передачи данных между УСПД и серверами верхнего уровня может являться структурированная кабельная сеть, телефонная сеть с коммутируемыми каналами, Ethernet, GSM, волоконно-оптическая связь, радиосвязь или Интернет.

Уровень ИВК представлен коммуникационным сервером, сервером баз данных (БД), УСВ, автоматизированными рабочими местами (АРМ), каналами связи между серверами, АРМами и смежным субъектам рынка.

Интерфейсом передачи данных между ИВК, ОАО «АТС» и смежным субъектам рынка может являться структурированная кабельная сеть, телефонная сеть с коммутируемыми каналами, Ethernet, GSM, волоконно-оптическая связь, радиосвязь или Интернет.

Основным требованием, предъявляемым к каналам связи, является скорость передачи данных по каналу между ИВК, ОАО «АТС» и смежными субъектами рынка не менее 9600 бит/секунду и коэффициент готовности канала  $K_T \geq 0,95$  [5].



**Рис. 3** Функциональная структура трехуровневой АИИС КУЭ

Для сведения показаний в одном временном срезе со всех приборов учета входящих в АИИС КУЭ ОРЭМ важно, чтобы устройства (счетчики электроэнергии, УСПД и серверы уровня ИБК) были синхронизированы по

времени. Поэтому для синхронизации времени в системе АИИС КУЭ ОРЭМ применяют устройства синхронизации времени (УСВ).

В представленной структуре (рис. 3) установлено два УСВ, один на уровне ИВК, другой на уровне ИВКЭ. Установка УСВ на уровне ИВКЭ обуславливается значительным удалением друг от друга уровней ИВКЭ и ИВК. Данным аппаратным решением устраняется задержка между синхронизацией времени УСПД, счетчиков и серверами уровня ИВК.

Данная схема может быть адаптирована под различные энергообъекты и оптимизирована или расширена в плане оборудования в зависимости от количества каналов измерения проектируемой системы, территориального расположения уровней ИИК, ИВКЭ и ИКВ, а также от требований заказчика.

Основным протоколом для обмена данными между SCADA системой и УСПД является ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 при работе по сетям Ethernet и ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 при работе по выделенным каналам связи. Обмен данными с ИВК АИИС КУЭ может проводиться по протоколу АльфаЦентр или по протоколу RTU-325.

На рис. 4 приведена схема подстанции 110/10 кВ для организации коммерческого учета ЭЭ на присоединениях 110 кВ в цепях силовых трансформаторов 1Т, 2Т и на присоединениях 10 кВ.

Для учета активной и реактивной электроэнергии используются многофункциональные микропроцессорные счетчики электрической энергии трехфазные типа СЭТ-4Т403М.01 (позиционное обозначение *PIK*).

От счетчиков электрической энергии предусмотрена передача сигналов активной, реактивной и полной мощности, коэффициента активной мощности, фазного и линейного напряжения, фазного тока и частоты сети.

Для сбора информации о результатах измерений, состоянии средств измерений используется контроллер СИКОН С-70 производства ООО Завод "Промприбор". Синхронизация времени и даты контроллера СИКОН С-70 осуществляется от устройства УСВ-2 на основе данных систем глобального позиционирования ГЛОНАСС/GPS. Синхронизация времени и даты счетчиков производится контроллером СИКОН С-70 по цифровым интерфейсам.

Контроллер СИКОН С-70, устройство УСВ-2 и коммутатор С-1.02 размещаются в шкафу АСКУЭ ВЛСТ 225.14.001.01.01 производства ООО Завод "Промприбор" (г. Владимир). Для обеспечения бесперебойного питания оборудования, установленного в шкафу АСКУЭ, применен источник бесперебойного питания фирмы APC. Шкаф АСКУЭ может эксплуатироваться при температуре от минус 10°C до плюс 50°C и относительной влажности до 90% при 25°C. Шкаф АСКУЭ размещается в ОПУ (общее подстанционный пункт управления). Проектом предусмотрено резервное питание счетчиков коммерческого учета от шкафа АСКУЭ.

Для передачи информации от счетчиков к шкафу АСКУЭ используется интерфейс RS-485. Для передачи информации от шкафа АСКУЭ подстанции 110/10 кВ в сервер центра сбора и обработки информации в качестве основного канала связи используется резервированный канал сотовой связи стандарта GSM, в качестве резервного канала связи используется беспроводная шина передачи данных (БШПД). Для организации канала стандарта GSM используется коммутатор С-1.02.

Для организации связи БШПД используются существующие коммутатор D-Link DES-1008, устройства PoE и радиоблок WL 1000 -ACCESS-PRO. Для



организации локального видеонаблюдения используется видеореги­стратор СО-СК-V9004 и видеокамера СОМ-LMW-836Н0/IR 1/3" Com On ух. Видеозапись осуществляется на жесткий диск видеореги­стратора при изменении картин­ки. Для передачи информации от сервера центра сбора и обработки информации РЭС в сервер центра сбора и обработки информации АО «Энерго» в качестве основного канала связи используется локальная сеть АО «Энерго», в качестве резервного канала связи - канал сотовой связи стандарта GSM.

Для передачи информации от сервера АИИС КУЭ центра сбора и обработки информации АО «Энерго» в программно-аппаратный комплекс ОАО "АТС", ОАО "СО ЕЭС" РДУ и смежные организации в качестве основного канала связи используется Internet, в качестве резервного канала связи - телефонная сеть общего пользования.

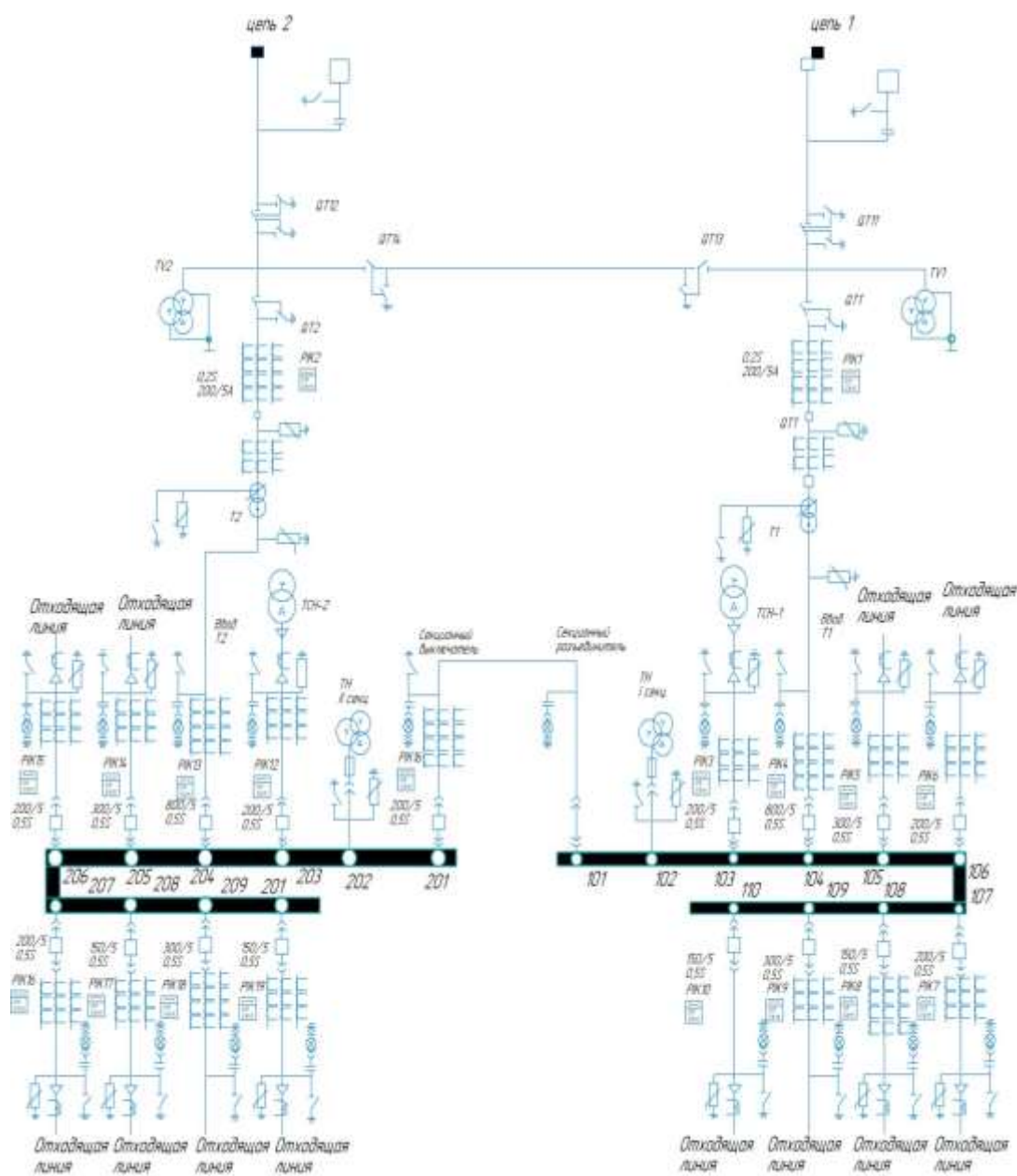


Рис. 4 Схема подстанции 110/10 кВ с указанием мест размещения счетчиков ЭЭ на вводе трансформаторов и на отходящих линиях



**Организационная структура АИИС КУЭ.** АИИС КУЭ на подстанции 110/10 кВ является многоуровневой информационно-измерительной с централизованным управлением и распределенной функцией выполнения измерений.

Первый уровень – ИИК выполняет функцию проведения измерений и включает в себя измерительные компоненты точек учета (ИИК ТУ):

- измерительные трансформаторы тока и напряжения;
- многофункциональные счетчики измерения активной и реактивной энергии и мощности типа СЭТ-4ТМ.03.

Измерения проводятся автоматически, непрерывно, в режиме реального времени.

Протокол обмена данных – фирменный протокол производителя счетчиков MOD BUS подобный.

Второй уровень - ИВКЭ выполняет функцию консолидации информации по данной электроустановке (подстанции).

В состав ИВКЭ входят промышленный контроллер Сикон С-70, обеспечивающий автоматический сбор информации по учету электроэнергии (интегрированная 30 мин. активная и реактивная мощность) от ИИК ТУ и связующие компоненты – технические средства приема/передачи данных и каналы связи.

Третий уровень включает в себя ИВК, обеспечивающий:

- автоматизированный сбор и хранение результатов измерений от промышленного контроллера ИВКЭ и данных журнала событий от ИИК ТУ;
- автоматическую диагностику состояния средств измерений и ведения журнала внештатных ситуаций ИИК ТУ;
- подготовку сводного акта об энергопотреблении.

В состав ИВК входят:

- технические средства приема/передачи данных;
- технические средства для организации локальной вычислительной сети и разграничения прав доступа к информации;
- технические средства обеспечения безопасности локальных вычислительных сетей;
- сервера базы данных, WEB сервер и сервер ИВКЭ.

Система обеспечения единого времени (СОЕВ) формируется на всех уровнях АИИС КУЭ и обеспечивает синхронизацию часов реального времени всех компонентов системы (счетчики, промышленный контроллер, серверы) от сигналов спутниковой навигационной системы GPS.

Счетчик типа СЭТ-4ТМ.03 представляет собой многофункциональный прибор учета активной и реактивной энергии в обоих направлениях с сохранением профиля мощности во внутренней памяти. Время интегрирования мощности от 1 до 60 мин. программируется.

Счетчики непрерывно и автоматически ведут журнал событий, где отражаются внештатные события, такие, как пропадание фазных напряжений,

включение/выключение счетчика, перезапуск или перепрограммирование счетчика и т.д. с указанием времени возникновения события.

Доступ к информации счетчика осуществляется через интерфейс RS 485 или оптопорт. Применяемые счетчики СЭТ-4ТМ.03 имеют по два независимых интерфейса, один из которых используется для сбора данных в системе АИИС КУЭ, второй в автоматизированной системе диспетчерско- технологического управления (АСДТУ).

Промышленный контроллер Сикон С-70 выполняет функции сбора и передачи данных об энергопотреблении со счетчиков по интерфейсу RS 485 на верхний уровень. В функцию контроллера входит также поддержание единого астрономического времени в подсоединенных счетчиках. Синхронизация осуществляется от сигналов программного обеспечения верхнего уровня, то есть осуществляется единая синхронизация. Основной канал передачи данных построен с использованием сотовой связи в стандарте GSM 900/1800 в режиме GSM. Передача данных осуществляется по телефонному каналу, через аппаратуру уплотнения.

В качестве резервного канала используется канал БШПД, обеспечивающий связь удаленного ИВКЭ с центром сбора и обработки информации АИИС КУЭ. При обрыве основного канала передачи данных, в течении 1 минуты, контроллер переключается на резервный канал передачи данных. При этом один раз в минуту происходит опробывание основного канала передачи данных. При восстановлении основного канала контроллер переключается на него, при этом в журнале событий ставится метка об обрыве и восстановлении канала. Конструктивно все оборудование ИВКЭ размещено в телекоммуникационном шкафу.

Данные о точках учета, параметрах связи и другая конфигурированная информация хранится в базе данных. Эта информация используется при считывании данных и другой доступной информации из счетчиков, контроллеров. Для каждой точки учета представляется возможность установить разные параметры считывания (архивирования) с указанием на то, какого рода данные должны быть собраны. Каждой точке учета можно задать время запаздывания данных, по истечении которого генерируется аварийное сообщение. Генерация аварийных сообщений с привязкой, при необходимости к каждой точке учета, может происходить по заранее сконфигурированным правилам и временным интервалам.

**Режимы функционирования АИИС КУЭ.** АИИС КУЭ подстанции функционирует в двух режимах – штатном и сервисном.

В штатном режиме все компоненты работают в заданных режимах. Счетчики непрерывно производят измерения с сохранением результатов измерения в энергонезависимой памяти. Промышленный контроллер циклично, с заданным временем интегрирования (30 мин.), производит считывание результатов измерения в счетчиках и хранит их в своей энергонезависимой памяти. Верхний уровень системы ИВК, в соответствии с заданным графиком или спорадически, по запросу оператора, производит считывание данных

измерения с промышленного контроллера или счетчика и хранит их в базе данных. Оборудование функционирует круглосуточно, без вмешательства обслуживающего персонала. Оператор коммерческого учета производит только мониторинг системы для выявления неполноты представленных данных и выявления внештатных событий, возникших при измерении.

В сервисном режиме работы при изменении схемы учета (добавление новых средств, изменение параметров и т.д.), а также при замене ТТ, ТН или счетчиков, производится изменение конфигурации как самих счетчиков, так и промышленного контроллера. Изменение конфигурации производится или на месте эксплуатации оборудования (используя ноутбук с соответствующим программным обеспечением или с клавиатуры промышленного контроллера) или дистанционно администратором системы. При конфигурировании данная точка учета выводится из автоматического опроса на время изменения настроек (параметров).

**Уровень ИИК.** Целью создания уровня ИИК на подстанции 110/10 кВ является организация процесса измерения величин активной и реактивной электроэнергии (мощности), календарного времени и других технических показателей, хранения результатов измерений и информации о состоянии средств измерений, а также предоставления доступа к измеренным значениям параметров со стороны ИВКЭ. При создании уровней ИИК и ИВКЭ АИИС КУЭ на подстанции выделяются работы по монтажу счетчиков электроэнергии, разветвителей интерфейсов RS-485, шкафа УСПД и др.

Для организации ИИК на присоединениях ВЛ-110 кВ и 10 кВ необходима установка измерительных трансформаторов тока и напряжения (ТТ, ТН). Уровень ИИК представляет собой комплекс программно-технических средств, состоящий из измерительных трансформаторов тока и напряжения, вторичных измерительных цепей, счетчиков электрической энергии СЭТ-4ТМ.03.01.

ИИК выполняет:

- автоматическое измерение приращений активной и реактивной электроэнергии (мощности) в точках учета с цикличностью 30 мин, 24 ч и 1 мес.;
- автоматическое выполнение измерений величин напряжения, тока, частоты сети и коэффициента мощности в точках учета с дискретностью 30 мин, 24 ч и 1 мес.;
- автоматическое выполнение измерений календарного времени;
- синхронизацию системного времени по каждому измерительному каналу;
- автоматическую регистрацию событий в «Журнале событий», сопровождающих процессы измерения;
- хранение результатов измерений и информации о состоянии средств измерений в специализированной базе данных в энергонезависимой памяти счетчика с глубиной хранения не менее 35 сут.;

- конфигурирование и параметрирование технических средств и программного обеспечения; диагностику работы технических средств;
- предоставление доступа к результатам измерений и «Журналам событий» со стороны ИВКЭ и ИВК.

**Уровень ИВКЭ.** Целью создания уровня ИВКЭ на подстанции является организация автоматического и/или по запросу сбора результатов измерений и информации о состоянии средств измерений с уровня ИИК и обработки, хранения и передачи собранных данных на уровень ИВК.

Уровень ИВКЭ представляет собой комплекс программно-технических средств, состоящих из УСПД СИКОН С-70 производства ЗАО ИТФ «Системы и Технологии» и технических средств приёма-передачи данных (каналообразующая аппаратура: GSM-модемы и БШПД Rodwin).

ИВКЭ выполняет следующие функции:

- автоматический регламентированный сбор, обработку и накопление привязанных к единому календарному времени измеренных данных о приращениях активной и реактивной электроэнергии с цикличностью 30 мин, 24 ч и 1 месяц;
- автоматический регламентированный сбор, обработку и накопление привязанных к единому календарному времени данных о состоянии средств измерений с цикличностью 30 мин, 24 ч и 1 месяц;
- автоматический регламентированный сбор, обработку и накопление привязанных к единому календарному времени измеренных технических характеристик сети (напряжение, ток, частота, коэффициент мощности с цикличностью 30 мин, 24 ч, 1 месяц);
- контроль достоверности данных;
- хранение результатов измерений, данных о состоянии средств измерений в базе данных;
- безопасность хранения данных и программного обеспечения в соответствии с ГОСТ Р 52069.0-2003;
- ведение «Журналов событий»;
- предоставление доступа со стороны ИВК к результатам измерений, данным о состоянии средств измерений;
- ведение системного времени и календаря;
- синхронизацию системного времени в СИКОН С-70 и в подключенных к нему счетчиках;
- конфигурирование (параметрирование) контроллера и ПО;
- предоставление пользователям и эксплуатационному персоналу регламентированного доступа к визуальным и электронным данным;
- защиту от несанкционированного доступа, обеспеченную путем пломбирования контроллера, использования паролей и аппаратной защиты данных.

Аппаратно-программные средства, образующие уровень ИИК и ИВКЭ

подлежат Государственному метрологическому контролю и надзору. Достоверность предоставляемых данных обеспечивается применением:

- серийно выпускаемых измерительных трансформаторов с метрологическими характеристиками, соответствующими ГОСТ 1983-2017 [10] и ГОСТ 7746-2017 [11]:

- средств измерений, внесенных в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации и имеющих сертификат об утверждении типа средств измерений.

Вторичные цепи ТН защищены автоматическими выключателями ВА47-29. Измерительные выходы трансформаторов подключены к счетчикам ЭЭ через испытательные клеммные коробки [4].

В качестве приборов коммерческого учета электроэнергии и мощности проектом предусматривается использование многофункциональных микропроцессорных счетчиков электроэнергии СЭТ-4ТМ.03.01 и СЭТ-4ТМ.03.09 класса точности 0,5S при измерении активной электроэнергии (мощности) и 1,0 при измерении реактивной электроэнергии (мощности).

Счетчики СЭТ-4ТМ.03.01, СЭТ-4ТМ.03.09 производят измерения и вычисления потребленной активной и реактивной электроэнергии (мощности). Интервал времени усреднения мощности для коммерческого учета установлен равным 30 мин. Счетчики автоматически записывают в память измеренные величины активной и реактивной электроэнергии (мощности) и данные о состоянии средств измерений. Длительность хранения профиля нагрузки с интервалом времени интегрирования 30 мин составляет для счетчиков серии СЭТ-4ТМ.03 - 2730 ч (113,7 суток);

Счетчики СЭТ-4ТМ.03.01 отображают на встроенном дисплее основную и вспомогательную информацию. Основные и вспомогательные величины, выбранные для отображения на жидкокристаллическом индикаторе и их последовательность, определяются при программировании счетчика.

В качестве УСПД применяется сетевой индустриальный контроллер СИКОН С-70 производства ЗАО ИТФ «Системы и Технологии», предназначенный для измерений и многотарифного учета ЭЭ, мощности, а также сбора, обработки, хранения, отображения и передачи полученной информации на верхний уровень АИИС КУЭ.

Информация в цифровом виде с уровня ИИК передается на уровень ИВКЭ по одноканальной кодовой линии связи, построенной на основе интерфейса RS-485, со скоростью передачи данных 9600 бит/с, при этом коэффициент готовности не хуже 0,95. Магистралы интерфейсов RS-485 выполнены специальным экранированным магистральным кабелем (витая пара 5-й категории).

Информация с уровня ИВКЭ передается на уровень ИВК по двум каналам:

- основному каналу - каналу сети связи стандарта GSM 900/1800 МГц;
- резервному каналу – каналу телефонной сети связи общего пользования.



Все виды коммерческой, технической и служебной информации привязаны к единому календарному времени. Система обеспечения единого времени (СОЕВ) формируется на всех уровнях. В АИИС КУЭ автоматически поддерживается единое календарное время с точностью плюс/минус 5 с/суток.

Контроль времени в УСПД СИКОН С-70, устанавливаемом на подстанции, производится от ЦППС АО «Энерго» (центр приема-передачи сигналов) при каждом сеансе связи. Коррекция времени УСПД производится в случае расхождения со временем ЦППС на величину более плюс/минус 2 с.

Контроль времени в счетчиках происходит от УСПД СИКОН С-70 при каждом сеансе связи. Коррекция времени счетчика производится один раз в сутки в случае расхождения со временем УСПД на величину более плюс/минус 2 с.

**Размещение комплекса технических средств (КТС).** КТС АИИС КУЭ предусматривается размещать на площадях электросетевого района с учетом выполнения требований техники безопасности и соблюдения технических условий эксплуатации технических средств. Счетчики ЭЭ на присоединениях 110 кВ размещаются в шкафах защиты трансформаторов  $T1$ ,  $T2$  в помещении ОПУ. Шкаф АСКУЭ размещается в ОПУ. Счетчики ЭЭ на присоединениях 10 кВ – в релейных отсеках КРУН -10 кВ. Прокладка интерфейсных и силовых (питание оборудования) кабелей осуществляется с использованием существующих кабельных линий, трасс и каналов.

АИИС КУЭ относится к первой категории по надежности электроснабжения и согласно ПУЭ [9] электроснабжение выполняется от двух независимых взаимно резервируемых источников питания с помощью системы АВР. Электрическая сеть питания оборудования АИИС КУЭ является сетью с глухозаземленной нейтралью и представляет собой систему TN-C-S типа.

Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током металлические корпуса средств АИИС КУЭ и другие токопроводящие части электроустановки, нормально не находящиеся под напряжением, присоединяются к существующему контуру защитного зануления (заземления) [12].

### **Выбор и проверка измерительных ТТ на присоединениях 110 кВ**

На присоединениях 110 кВ подстанции 110/10кВ для коммерческого учета электроэнергии приняты к установке трансформаторы тока (ТТ) типа ТФМ-110-Б, 150/5 А серии ТФМ-110-II У1 (Т1, ХЛ1) производства ОАО «ЭЛЕКТРОЗАВОД». Трансформаторы тока типа ТФМ-110-Б являются масштабными преобразователями параметров переменного тока и предназначены для питания электрических измерительных приборов, защитных устройств в электрических системах переменного тока частотой 50 или 60 Гц. Трансформаторы тока типа ТФМ-110-Б предназначены для наружной установки, количество вторичных обмоток равно 6.

Метрологические характеристики ТТ типа ТФМ-110, используемых для АИИС УЭ в точках учета на присоединениях 110 кВ, приведены в таблице 2.



**Таблица 2**

**Метрологические характеристики ТТ типа ТФМ-110 [11]**

Предельная МДС, Ампер-витки	Номинальные токи Первичный/вторичный А/А	Классы точности	Номинальная вторичная нагрузка в классах точности, В·А, $\cos\varphi=0,8$ (индуктивный)	Ток электродинамической стойкости, кА	Ток термической стойкости, кА	
					3 сек	1 сек
1200	150/1;5	0,2S; 0,2 0,5S; 0,5	10	23	9	15

Установленные ТТ имеют класс точности 0,5S, внесены в Госреестр средств измерений РФ и имеют соответствующие Сертификаты утверждения типа средств измерений. Пределы допустимых областей токовой и угловой погрешностей ТТ, приведены в таблице 3.

Результаты проверки правильности выбора ТТ типа ТФМ-110 – Б на присоединениях 110 кВ приведены в таблице 4.

**Таблица 3**

**Токовые и угловые погрешности ТТ [11]**

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой погрешности по ГОСТ 7746		Предел вторичной нагрузки, % номинального значения
		Токовая, %	Угловая, мин.	
0,5S	1	$\pm 1,5$	$\pm 90$	25...100
	5	$\pm 0,75$	$\pm 45$	
	20	$\pm 0,5$	$\pm 30$	
	100	$\pm 0,5$	$\pm 30$	
	120	$\pm 0,5$	$\pm 30$	

**Таблица 4**

**Проверка выбора ТТ типа ТФМ-110 – Б на присоединениях 110 кВ**

Параметр ТТ	Условие выбора
Конструктивные и габаритные параметры	ТФМ-110–Б - готовое изделие для наружного применения
Напряжение электроустановки (сети), кВ	$U_{\text{сети}} \geq U_{\text{ном}} \rightarrow 110 = 110$
Номинальный ток, А $I_{\text{раб. норм.}} = S_{\text{с.т.}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}})$ $I_{\text{раб. норм.}} = 6300 / (\sqrt{3} \cdot 110) = 33,1 \text{ А,}$ $I_{\text{раб. макс.}} = 2 \cdot I_{\text{раб. норм.}} = 2 \cdot 33,1 = 66,2 \text{ А}$	$I_{\text{ТТном}} > I_{\text{раб. норм.}} \rightarrow 150 > 33,1;$ $I_{\text{ТТном}} > I_{\text{раб. макс.}} \rightarrow 150 > 66,2$ Условия выполняются
Электродинамическая стойкость к токам КЗ, кА	$I_{\text{дин}} > I_{\text{уд}},$ $I_{\text{дин}} > I_{\text{уд}} = 23 > 20,8$

**РАЗВИТИЕ НАУКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ:  
ПРОБЛЕМЫ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ**

$I_{уд.} = 1,41 \cdot k_y \cdot I_{кз}$ $I_{уд.} = 1,41 \cdot 1,8 \cdot 8,2 = 20,8 \text{ кА}$	Условие выполняется
<p>Термическая стойкость к токам КЗ, <math>\text{кА}^2 \cdot \text{с}</math></p> $I_{терм}^2 \cdot t_{терм} = 10^2 \cdot 1 = 100 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$ $B_{кз} = I_{кз}^2 \cdot (t_{откл} + T_a)$ $B_{кз} = 8,2^2 \cdot (1,09 + 0,01) = 73,96 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{терм}^2 \cdot t_{терм} > B_{кз}$ $100 > 73,96$ <p>Условие выполняется</p>

Таким образом, результаты расчета, приведенные в таблице 4, подтверждают, что установленные на присоединениях 110 кВ ТТ типа ТФМ-110-Б соответствуют предъявляемым требованиям по номинальному току, электродинамической и термической стойкости к токам короткого замыкания.

Для того, чтобы выбранный измерительный ТТ типа ТФМ-110-Б работал в установленном классе точности необходимо, чтобы мощность электроэнергии, потребляемой на вторичных обмотках ТТ составляла не более 100 % паспортного значения, указанного на данный ТТ и не менее значения согласно ГОСТ 7746-2017 [11].

Нагрузка ТТ – это полное сопротивление внешней цепи  $Z_2$ , выраженное в Омах. Сопротивления  $r_2$  и  $x_2$  представляют собой сопротивления приборов, проводов и контактов. Номинальной нагрузкой ТТ  $Z_{2ном}$  называют нагрузку, при которой погрешности не выходят за пределы, установленные для трансформаторов данного класса точности.

$$Z_{2ном} = S_{2ном} / I_{2ном}^2 = 10/25 = 0,4 \text{ Ом},$$

где  $S_{2ном}$  – номинальная мощность ТТ, В·А, согласно паспортным данным для ТТ типа ТФМ-110  $S_{2ном} = 10 \text{ В} \cdot \text{А}$  (см. таблицу 2);

$$I_{2ном}^2 - \text{вторичный номинальный ток ТТ, А, } I_{2ном}^2 = 5\text{А};$$

Таким образом, должно выполняться условие:

$$Z_{2мин} \leq Z_2 \leq Z_{2ном} \rightarrow 0,1 \leq Z_2 \leq 0,4,$$

$$Z_{2мин} = S_{2мин} / I_{2ном}^2 = 2,5 / 25 = 0,1 \text{ Ом},$$

где  $S_{2мин}$  – нижний предел вторичных нагрузок, В·А.

По информации завода-изготовителя в ТТ типа ТФМ-110 допускается использование вторичных обмоток для учета классов точности 0,2S и 0,5S со значением вторичной нагрузки ниже 25% от номинальной. Минимально допустимая нагрузка для обмоток класса точности 0,2S и 0,5S составляет

$S_{2мин} = 2,5 \text{ В} \cdot \text{А}$ . Рассчитаем нагрузку  $Z_2$ . Индуктивное сопротивление токовых цепей невелико, поэтому  $Z_2 \approx r_2$ . Вторичная нагрузка состоит из сопротивления приборов, соединительных проводов и переходного сопротивления контактов:

$$r_2 = r_{приб.} + r_{пр.} + r_{к.},$$

где  $r_{приб.}$  - суммарное сопротивление всех приборов, подключенных к ТТ, Ом,  $r_{приб.} = r_{сч.}$ ;

где  $r_{сч} = 0,004$  Ом - сопротивление последовательной цепи для счетчиков ЭЭ типа СЭТ-4ТМ.03;

$r_k = 0,05$  Ом — при двух или трех приборах,

$r_k = 0,1$  Ом — при числе приборов больше трех.

$r_{np}$  - сопротивление соединительных кабелей, Ом,

$r_{np} = \rho \cdot l_{расч} / S = 0,07$  Ом, где  $\rho$  - удельное сопротивление материала кабеля, для проводов с медными жилами  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м;

$S$  - площадь сечения кабеля от ТТ до приборов, мм<sup>2</sup>;

$l_{расч}$  - расчетная длина, зависящая от схемы соединения ТТ и расстояния

$l$  от ТТ до приборов, м, при включении в полную «звезду»  $l_{расч} = l = 6$  м.

Таким образом, расчетное значение  $Z_2$  должно быть не менее, чем  $Z_{2min} = 0,1$  Ом и не более, чем  $Z_{2ном} = 0,4$  Ом:

$$Z_2 \approx r_2 = 0,004 + 0,05 + 0,07 = 0,124 \text{ Ом.}$$

Условие выполняется, так как

$$Z_{2min} \leq Z_2 \leq Z_{2ном} \rightarrow 0,1 \leq 0,124 \leq 0,4.$$

Фактическая мощность вторичных обмоток ТТ составляет

$$S_{2факт} = I_{втор.т.т.}^2 \cdot Z_{2факт} = 5^2 \cdot 0,124 = 3,1 \text{ В} \cdot \text{А}$$

при минимально допустимой нагрузке  $S_{2min} = 2,5 \text{ В} \cdot \text{А}$ .

Таким образом, результаты расчетов показали, что установленные на присоединениях 110 кВ трансформаторы тока типа ТФМ-110-Б по вторичным нагрузкам соответствуют требованиям ПУЭ и, следовательно, они работают в выбранном классе точности.

### **Выбор и проверка измерительных ТН на присоединениях 110 кВ.**

На присоединениях 110 кВ подстанции для коммерческого учета ЭЭ приняты к установке каскадные ТН типа НКФ-110-57-ХЛ1-6. ТН типа НКФ-110-57-ХЛ1-6 являются масштабными измерительными преобразователями и предназначены для питания измерительных приборов, защитных устройств в электроустановках переменного тока. НКФ -110 -57-ХЛ1-6 (Н - трансформатор напряжения; К - электромагнитный каскадный; Ф - фарфоровая крышка;

57-наибольшее рабочее напряжение первичной обмотки, кВ; ХЛ1-6 - климатическое исполнение (У, Т, ХЛ) и категория размещения по ГОСТ 15150).

Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 45°С;
- максимальная скорость ветра при отсутствии гололеда 40 м/с;
- максимальная скорость ветра при наличии гололеда 15 м/с;
- высота установки над уровнем моря до 1000 м.

Основные метрологические характеристики ТН типа НКФ-110-57, используемые для проверки правильности выбора, приведены в таблице 5.

Таблица 5

**Метрологические характеристики ТН типа НКФ-110-57 [10]**

Наименование	Значение
Номинальное напряжение первичной обмотки, кВ	110/ $\sqrt{3}$
Номинальное напряжение основной вторичной обмотки, кВ	100/ $\sqrt{3}$
Номинальная мощность, В·А, в классе точности 0,5	400

В таблице 5 приведены данные только по обмотке с классом точности 0,5, которая используется для учета электроэнергии. Обмотка класса точности 0,5 ТН удовлетворяет требованиям раздела 1.5 ПУЭ.

Условия выбора трансформаторов напряжения:

- по напряжению электроустановки
- $U_{1n,mv} = 110 = U_{уст} = 110\text{кВ}$ ;
- по конструкции и схеме соединения обмоток

К установке принят каскадный ТН типа НКФ-110-57;

- по классу точности

Для целей учета согласно ПУЭ выбран класс точности 0,5;

- по вторичной нагрузке.

Проверка выбранного ТН по вторичной нагрузке

$$S_{\text{ном}} \geq S_{2\text{расч}},$$

где  $S_{\text{ном}}$  – номинальная мощность ТН в классе точности 0,5;  $S_{\text{ном}} = 400$

В·А;

$S_{2\text{расч}}$  – расчетная мощность загрузки ТН, В·А.

Для того, чтобы выбранный ТН работал в установленном классе точности необходимо согласно ГОСТ 1983-2017 [10], чтобы нагрузка всех присоединенных к ТН приборов и реле  $S_2$  не превышала номинальной мощности ТН  $S_{\text{ном}}$  и была бы не менее  $0,25 \cdot S_{\text{ном}}$  при номинальном напряжении  $U_{\text{ном}}$ .

$$0,25 S_{\text{ном}} \leq S_{2\text{расч}} \leq S_{\text{ном}}.$$

Согласно ПУЭ класс точности ТН для присоединения расчетных счетчиков ЭЭ должен быть не более 0,5. В ОРУ-110 кВ вторичная нагрузка с расчетными счетчиками ЭЭ типа СЭТ-4ТМ.03.01 будет запитана от трансформаторов напряжения типа НКФ-110-57 класса точности 0,5.

Загрузка ТН по фазам на присоединении 110 кВ (1 цепь) составляет

$$S_{2\text{расч}} = n \cdot S_{\text{сч}} = 3 \cdot 7,5 \text{ В·А},$$

где  $S_{\text{сч}}$  – мощность счетчиков, подключенных к ТН,  $S_{\text{сч}} = 7,5 \text{ В·А}$ ;

$n$  – количество счетчиков на присоединении,  $n = 3$ .

Загрузка ТН по фазам на присоединении 110 кВ (2 цепь) равна  $S_2 = 7,5$

В·А.

Расчетная суммарная нагрузка ТН типа НКФ-57 составляет 15 В·А.

Условие проверки ТН на вторичную нагрузку

$$0,25 \cdot S_{\text{ном}} \leq S_{2 \text{ расч}} \leq S_{\text{ном}},$$

не выполняется, так как не выполняется первая часть неравенства

$$0,25 \cdot S_{\text{ном}} = 100 > S_{2 \text{ расч}} = 15.$$

Таким образом, фактическая расчетная нагрузка ТН типа НКФ-57 оказалась ниже требуемого значения. Для увеличения фактической нагрузки ТН согласно МИ 3023-2006 «Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормализация нагрузки вторичных цепей измерительных трансформаторов напряжения» рекомендуется использовать догрузочные резисторы, предназначенные для включения во вторичную цепь измерительных ТН. В соответствии с МИ 3023-2006 мощность догрузочных резисторов составляет

$$S_{\text{догр}} = (0,5 \cdot S_{\text{ном}}) - S_{2 \text{ расч}} = (0,5 \cdot 400) - 15 = 185 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Значения сопротивлений догрузочных резисторов фаз А, В, С равны

$$R_a = R_b = R_c = U_{\text{ном}}^2 / S_{\text{догр}} = 57,7^2 / 185 = 18 \text{ Ом}.$$

Для получения требуемого значения сопротивления используются догрузочные резисторы типа МР 3021-Н-100В-100В·А (ТУ 6199-022-16851585-2005), устанавливаемые в шкафах догрузочных резисторов.

Сечение проводов и кабелей в цепях ТН определяется по допустимой потере напряжения.

Согласно ПУЭ потеря напряжения от ТН до расчетных электросчетчиков должна быть не более 0,5% при нормальной нагрузке.

Падение напряжения в соединительных проводах от ТН до расчетных электросчетчиков вычисляется по формуле

$$\Delta U = I \cdot r_{\text{пр}},$$

где  $r_{\text{пр}}$  - сопротивление проводов, Ом, рассчитываемое по формуле

$$r_{\text{пр}} = \rho \cdot l_{\text{расч}} / S = (0,0175 \cdot 100) / 2,5 = 0,7 \text{ Ом},$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление материала провода (для проводов с медными жилами  $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$ ;

$S = 2,5 \text{ мм}^2$  - площадь сечения кабеля от ТН до приборов;

$l$  - длина кабеля от ТН до приборов, для присоединений 110 кВ

$l = 75 \dots 100 \text{ м}$ , примем  $l = 100 \text{ м}$ .

Значение тока в соединительных проводах от ТН до расчетных электросчетчиков вычисляется по формуле

$$I = S_{2 \text{ сч}} / U_{\phi} = 6 / 57,7 = 0,1 \text{ А},$$

где  $S_{2 \text{ сч}}$  - полная мощность, потребляемая параллельными цепями всех присоединенных к ТН расчетных электросчетчиков, В·А,  $S_{2 \text{ сч}} = 6 \text{ В} \cdot \text{А}$ ;

$U_{\phi}$  - напряжение на зажимах электросчетчика, В,  $U_{\phi} = 57,7 \text{ В}$  (на одном элементе счетчика) при подключении параллельных цепей электросчетчика к вторичным обмоткам ТН.

Фактическое падение напряжения от ТН до расчетных электросчетчиков составляет

$$\Delta U_{\text{факт}} = I \cdot r_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ В}.$$

Допустимая потеря напряжения согласно ПУЭ от ТН до расчетных электросчетчиков составляет

$$\Delta U_{\text{доп}} = 0,5 \cdot 57,7 / 100 = 0,29 \text{ В.}$$

Фактическое падение напряжения  $\Delta U_{\text{факт}}$ , %:

$\Delta U_{\%} = \Delta U_{\text{факт}} \cdot 100 / U_{\phi} = 0,07 \cdot 100 / 57,7 = 0,12\%$ , т.е. меньше допустимого значения 0,5%.

Таким образом, измерительные ТН типа НКФ -110-57 класса точности 0,5, устанавливаемые на присоединениях 110 кВ в цепях силовых трансформаторов Т1 и Т2 подстанции, полностью проходят проверку на соответствие критериям проверки.

### **Выбор и проверка измерительных ТТ на присоединениях 10 кВ.**

На присоединениях 10 кВ для коммерческого и технического учета ЭЭ устанавливают ТТ опорные типа ТОП–СЭЦ-10 (ТУ16-95 ОГГ.671211.005). Количество точек учета: коммерческого - 1, технического - 22. Для каждого счетчика электроэнергии используется отдельный трансформатор.

Трансформатор тока ТОП-СЭЦ-10 обеспечивает передачу сигнала измерительной информации измерительным приборам и устройствам защиты и управления, и предназначен для использования в цепях коммерческого учета электроэнергии в электрических установках переменного тока на класс напряжения до 10 кВ. ТТ типа ТОП-СЭЦ-10 изготавливается в климатическом исполнении У и Т категории размещения 2 для эксплуатации в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, а также в оболочке комплектного изделия категории размещения 1 по ГОСТ 15150 и предназначен для работы в условиях:

- верхнее значение температуры окружающего воздуха для исполнения У плюс 50 °С, для исполнения Т плюс 55 °С;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации минус 45 °С, при транспортировании и хранении минус 50°С;
- относительная влажность воздуха 100% при плюс 25°С для исполнения У, при плюс 35 °С для исполнения Т;
- высота установки над уровнем моря не более 1000 м;
- окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, химически активных газов и паров в концентрациях, разрушающих металлы – атмосфера типа II по ГОСТ 15150. Рабочее положение в пространстве - любое.

Трансформатор ТТ типа ТОП-СЭЦ-10 выполнен в виде опорной конструкции. Корпус трансформатора выполнен из эпоксидного компаунда, который одновременно является главной изоляцией и обеспечивает защиту обмоток от механических и климатических воздействий.

Выводы первичной обмотки расположены на верхней поверхности трансформатора. Вторичные обмотки размещены каждая на своем магнитопроводе. Выводы вторичных обмоток расположены в нижней части трансформатора.



Основные метрологические характеристики ТТ типа ТОП-СЭЩ-10 и соответствующие им значения, в зависимости от номинальных токов, приведены в таблице 6.

**Таблица 6**

**Метрологические характеристики ТТ типа ТОП-СЭЩ-10**

Номинальные токи, А/А	Классы точности для измерений и учета	Номинальная вторичная нагрузка в классах точности, В·А, $\cos\varphi=0,8$ (индуктивный)	Ток электродинамической стойкости, кА	Односекундный ток термической стойкости, кА
100/5	0,2S; 0,2 0,5S; 0,5	5...10	25	10

Выбор измерительных ТТ для технического учета ЭЭ аналогичен выбору ТТ для коммерческого учета. Отличие состоит в том, что ТТ, используемые для технического учёта электроэнергии, имеют класс точности на порядок ниже, чем для коммерческого учета.

Трансформаторы тока типа ТОП-СЭЩ-10 устанавливаются в шкафах КРУ, КРУН и КСО. В качестве основных нормативных документов, регламентирующих требования по размещению ТТ и их параметрам, используется глава 1.5 «Учет электроэнергии» ПУЭ.

В качестве ТТ на присоединениях 10 кВ для установки принят ТТ типа ТОП-СЭЩ-10 опорной конструкции.

Метрологические характеристики ТТ типа ТОП-СЭЩ-10:

- коэффициент трансформации – 100/5;
- класс точности вторичных обмоток – 0,5S/0,5/10P;
- вторичная мощность обмоток – 10 В·А/15 ВА/15 В·А.

В данном случае, рассматривается только обмотка классом точности 0,5S, которая используется для учета. Обмотка класса точности 0,5S ТТ удовлетворяет требованиям главы 1.5 ПУЭ.

Технические параметры и метрологические характеристики трансформаторов тока должны отвечать требованиям ГОСТ 7746-2017 [11].

Проведем расчет сечения жилы кабеля в цепях учета измерительных ТТ. Сечение жилы кабеля выбирается из стандартного ряда сечений.

Выбранное сечение жилы должно быть не менее рассчитанного значения сечения, а также удовлетворять условиям:

а) по механической прочности (п. 3.4,4., табл. 1.3.4 ПУЭ 7-е изд.):

- для токовых цепей: не менее 2,5 мм<sup>2</sup> для меди и 4 мм<sup>2</sup> для алюминия;

б) по нагреву (п. 1.3.10 ПУЭ изд. 7):

- для медных проводников сечением до 6 мм<sup>2</sup> принимается ток, как для установок с длительным режимом работы. Допустимый длительный ток для проводов в поливинилхлоридной изоляции сечением 2,5 мм<sup>2</sup> – 30 А [9].

Для проводов вторичных цепей при прокладке в лотках и коробах снижающие коэффициенты не вводятся.

Расчет сечения жилы кабеля в измерительных цепях ТТ производится по алгоритму:

- номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ

$$Z_{\text{ном}} = S_{\text{ном}} / (I_{\text{ном}}^2) = 10,0 / 25 = 0,4 \text{ Ом},$$

где  $S_{\text{ном}}$  - номинальная вторичная нагрузка вторичной обмотки ТТ, Ом;

$I_{\text{ном}}$  - номинальный вторичный ток, А;

- общее сопротивление приборов

$Z_{\text{приб}} = R_{\text{сч}} = 0,004 \text{ Ом}$ , где  $R_{\text{сч}}$  - сопротивление счетчика электроэнергии (паспортные, либо расчетные данные, например,  $R_{\text{сч}} = 0,004 \text{ Ом}$ ).

- максимально допустимое сопротивление проводника

$Z_{\text{доп.пров.}} = Z_{\text{ном}} - Z_{\text{приб}} - R_{\text{к}} = 0,4 - 0,004 - 0,1 = 0,296 \text{ Ом}$ , где  $R_{\text{к}}$  - сопротивление контактов (при новом подключении принимают  $R_{\text{к}} = 0,1 \text{ Ом}$ , а в некоторых случаях,  $R_{\text{к}} = 0,05 \text{ Ом}$ );

- минимально допустимое сечение жилы кабеля

$$q_{\text{пр.мин.}} = \rho \cdot (l_{\text{пр.}} \cdot K_{\text{сх}}) / Z_{\text{доп.пров.}} = 0,0175 \cdot (20 \cdot 1,0) / 0,296 = 1,18 \text{ мм}^2,$$

где  $\rho$  - удельное электрическое сопротивление меди, Ом·мм<sup>2</sup>/м;

$l_{\text{пр.}}$  - длина проводника, м, счетчик установлен в шкафу учета в КРУ-10 кВ,  $l_{\text{пр.}} = 20 \text{ м}$ ;

$K_{\text{сх}}$  - коэффициент схемы, при включении ТТ в полную звезду  $K_{\text{сх}} = 1$ .

Далее выбирают ближайшее наибольшее сечение, чем сечение  $q_{\text{пр.мин.}}$ , т.е.  $2,5 \text{ мм}^2$  (согласно ПУЭ по механической прочности).

Сопротивление проводника

$$R_{\text{пр.}} = (l_{\text{пр.}} \cdot \rho) / S_{\text{пр.выбр.}} = (20 \cdot 0,0175) / 2,5 = 0,14 \text{ Ом},$$

где  $S_{\text{пр.выбр.}}$  - сечение проводника выбранное, мм<sup>2</sup>;

Расчетная мощность фактической нагрузки ТТ

$$S_{\text{рас.}} = I_{\text{ном}}^2 \cdot (R_{\text{пр.}} + R_{\text{сч.}} + R_{\text{к}}) = 25 \cdot (0,14 + 0,004 + 0,1) = 6,1 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

В соответствии с требованиями ГОСТ 7746-2017 [11] метрологические характеристики ТТ нормируются при вторичной нагрузке измерительной цепи в диапазоне от 25 до 100 % от значения номинальной нагрузки (для ТТ с  $S_{\text{ном}} = 5 \text{ В} \cdot \text{А}$  и  $S_{\text{ном}} = 10 \text{ В} \cdot \text{А}$  нижний предел вторичной нагрузки составляет  $3,75 \text{ В} \cdot \text{А}$ ). Мощность измерительной обмотки ТТ типа ТОП-СЭЩ-10 равна  $10 \text{ В} \cdot \text{А}$ . Полученные результаты при расчете фактических нагрузок ТТ соответствуют требованиям ГОСТ 7746-2017.

При проверке ТТ по термической стойкости должно соблюдаться следующее условие

$I_{\text{Т}}^2 \cdot t_{\text{Т}} \geq B_{\text{кз}}$ , где  $I_{\text{Т}}$  - ток термической стойкости ТТ, кА, (паспортные данные, односекундный ток термической стойкости  $I_{\text{Т}} = 10 \text{ кА}$ );

$t_{\text{Т}}$  - номинальное время термической устойчивости ТТ, с, (паспортные данные,  $t_{\text{Т}} = 1 \text{ с}$ );

$B_{\text{кз}}$  - полный тепловой импульс тока к.з., [А<sup>2</sup>·с];

$B_{кз} = I_{кз}^2 \cdot t_{расч}$ , где  $I_{кз}$  - трехфазный ток короткого замыкания, кА, (данные предоставляемые Заказчиком, либо эксплуатирующей организацией,  $I_{кз} = 8,3$  кА);

$t_{расч}$  - расчетное время теплового импульса, с, (данные предоставляемые Заказчиком, либо эксплуатирующей организацией,  $t_{расч} = 1$ с).

$$B_{кз} = 8,3^2 \cdot 1 = 68,89 \text{ А}^2 \cdot \text{с}.$$

Условие термической стойкости выполняется, т. к. соблюдается условие  $I_T^2 \cdot t_T \geq B_{кз} \rightarrow 100 \cdot 1 \geq 68,89$ .

При проверке ТТ по электродинамической стойкости должно соблюдаться условие

$$I_d \geq I_y,$$

где  $I_d$  - ток электродинамической стойкости ТТ, кА,  $I_d = 25$ кА согласно паспортным данным;

$I_y$  - ударный ток, кА,

$$I_y = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз},$$

где 1,8 - коэффициент динамической устойчивости.

$$I_y = 1,8 \cdot 1,41 \cdot 8,3 = 21,06 \text{ кА}.$$

Условие электродинамической стойкости выполняется, т. к. соблюдается условие

$$I_d \geq I_y \rightarrow 25 \geq 21,06.$$

Выбор коэффициента трансформации ТТ зависит от загрузки при максимальном и минимальном рабочем токе контролируемого присоединения в соответствии с ПУЭ (п.1.5.17 [9]):

$$I_{2max} \geq 40\% I_{2ном ТТ}; I_{2min} \geq 5\% I_{2номТТ}.$$

При максимальной нагрузке присоединения ток во вторичной обмотке ТТ должен составлять не менее 1А, а при минимальной рабочей нагрузке – не менее 0,25 А при номинальном токе счетчика, равном 5 А. Коэффициент трансформации ТТ типа ТОП-СЭЩ-10 равен 20.

### **Выбор и проверка ТН на присоединениях 10 кВ**

На присоединениях 10 кВ для коммерческого и технического учета к установке приняты ТН типа НАЛИ-СЭЩ-10 (трехфазные антирезонансные группы). ТН типа НАЛИ-СЭЩ-6(10) соответствуют требованиям ГОСТ 1983-2017 [10] и технических условий ТУ 3414-180-15356352-2012.

ТН типа НАЛИ-СЭЩ-10 предназначены для установки в комплектные распределительные устройства (КРУ) внутренней и наружной установки, а также в сборные камеры одностороннего обслуживания (КСО), являются комплектующими изделиями. ТН типа НАЛИ-СЭЩ-6(10) обеспечивают питание приборов учета электроэнергии, контрольно-измерительной аппаратуры, релейных защит и автоматики, а также используются для контроля изоляции в сетях 6(10) кВ с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью. Трехфазные группы состоят из четырех залитых эпоксидным компаундом трансформаторов, закрепленных на установочной раме. Три однофазных измерительных трансформатора напряжения НОЛ-СЭЩ-6(10)-2 имеют по два вывода первичной обмотки, расположенных на

верхней части трансформаторов, рассчитанных на полную изоляцию (двухполюсные) и удаленных от заземленных частей для уменьшения токов утечки по корпусу трансформаторов. Выводы вторичных обмоток располагаются в нижней части трансформаторов.

Четвертый трансформатор – трансформатор нулевой последовательности (ТНП), закреплен на трех ТН со стороны выводов первичных обмоток и выполняет функцию защиты измерительного блока литых трансформаторов при феррорезонансных процессах. Это однофазный двухобмоточный заземляемый трансформатор напряжения с разделенными на два стержня обмотками.

Каждый ТН, входящий в состав трехфазных групп имеет по две вторичных обмотки, одна из которых – основная соединяется в «звезду» и предназначена для питания измерительных приборов и цепей защитных устройств, а вторая – дополнительная соединяется в «разомкнутый треугольник» и служит для питания цепей защитных устройств и контроля изоляции сети. Возможно исполнение ТН типа НАЛИ-СЭЩ-10 с тремя вторичными обмотками - двумя основными и одной дополнительной.

Основные метрологические характеристики ТН типа НАЛИ-СЭЩ-6(10)-1 для учета электроэнергии приведены в таблице 7.

**Таблица 7**

**Метрологические характеристики ТН типа НАЛИ-СЭЩ-10**

Наименование характеристики	Значение параметра
Номинальное линейное первичное напряжение, В	10
Номинальное линейное вторичное напряжение, В	100
Номинальная трехфазная мощность основных вторичных обмоток при измерении линейных напряжений и симметричной нагрузке, В·А, в классе точности 0,5	90

В таблице 7 приведены данные для обмотки с классом точности 0,5, которая используется для технического учета электроэнергии. Обмотка класса точности 0,5 ТН удовлетворяет требованиям ПУЭ (п.1.5 [9]).

Расчетная мощность нагрузки (фактическая нагрузка) ТН составляет  $S_{расч.} = S_{сч} \cdot n = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ В} \cdot \text{А}$ , где  $S_{сч}$  - полная мощность, потребляемая каждой параллельной цепью счетчика электроэнергии, В·А,  $S_{сч} = 1,5 \text{ В} \cdot \text{А}$ .

По паспортным данным счетчика электроэнергии типа СЭТ-4ТМ.03 при  $3 \times (57,7 \dots 115) / (100 \dots 200) \text{ В}$   $S_{сч} = 1,5 \text{ В} \cdot \text{А}$ ;

$n$  - количество присоединенных счетчиков, от ТН питаются 22 счетчика.

В соответствии с требованиями ГОСТ 1983-2017 [10] на ТН, их метрологические характеристики нормируются при мощности нагрузки в диапазоне от 25 % до 100 % от их номинальной мощности.

$0,25 \cdot S_{\text{ном}} \leq S_{\text{расч}} \leq S_{\text{ном}} \rightarrow (0,25 \cdot 90 = 22,5) \leq 33 \leq 90$ , т.е. условие выполняется.

Так как фактическая нагрузка ТН  $S_{\text{расч}} = 33 \text{ В} \cdot \text{А}$  лежит в диапазоне значений от  $22,5 \text{ В} \cdot \text{А}$  до  $90 \text{ В} \cdot \text{А}$ , что соответствует требованиям ГОСТ 1983-2017. Согласно МИ 3023-2006 «Нормализация нагрузки вторичных цепей измерительных трансформаторов напряжения» при таком соотношении мощностей нормализация нагрузки вторичных цепей измерительных ТН в цепях учета не требуется и выбор догрузочных резисторов не проводится.

Сечение жилы кабеля в цепях учета измерительных ТН выбирается из стандартного ряда сечений. Выбранное сечение жилы должно быть не менее рассчитанного значения сечения, а также удовлетворять условиям:

а) по механической прочности (п. 3.4.4., табл. 1.3.4 ПУЭ 7-е изд.):

- жилы контрольных кабелей для присоединения под винт к зажимам панелей аппаратов должны иметь сечения не менее  $1,5 \text{ мм}^2$  (а при применении специальных зажимов не менее  $1,0 \text{ мм}^2$ ) для меди и  $2,5 \text{ мм}^2$  для алюминия;

б) по нагреву (п. 1.3.10 ПУЭ изд. 7):

- для медных проводников сечением до  $6 \text{ мм}^2$  принимается ток, как для установок с длительным режимом работы. Допустимый длительный ток для проводов в поливинилхлоридной изоляции сечением  $2,5 \text{ мм}^2 - 30 \text{ А}$ . Для проводов вторичных цепей при прокладке в лотках и коробах снижающие коэффициенты не вводятся;

с) по падению (потере) напряжения:

- сечение жил контрольных кабелей должно быть таким, чтобы падение (потеря) напряжения в измерительных цепях расчетных счетчиков электроэнергии составляло не более  $0,25\%$  от номинального напряжения.

Расчет сечения жилы кабеля производится по следующим формулам на примере участка цепи ТН – счетчик электроэнергии.

Допустимое падение напряжения

$$\Delta U_{\text{доп В}} = U_{\text{ном}} \cdot \Delta U_{\text{доп}\%} / 100\%,$$

где  $U_{\text{ном}}$  - номинальное напряжение счетчика электроэнергии,  $U_{\text{ном}} = 57,7 \text{ В}$ ;

$\Delta U_{\text{доп}\%}$  - допустимое падение напряжения,  $\Delta U_{\text{доп}\%} = 0,25 \%$ ,

$$\Delta U_{\text{доп В}} = 57,7 \cdot 0,25 / 100 = 0,14 \text{ В}.$$

Допустимое сопротивление жилы кабеля по потере напряжения на участке цепи ТН – счетчик электроэнергии ТН – счетчик электроэнергии,

$$R_{\text{доп}} = \Delta U_{\text{доп В}} \cdot U_{\text{ном}} / (S_{\text{сч}} \cdot n),$$

где  $\Delta U_{\text{доп В}}$  - допустимое падение напряжения на участке,  $U_{\text{доп В}} = 0,14 \text{ В}$   $S_{\text{сч}}$  - потребляемая мощность счетчика электроэнергии,  $S_{\text{сч}} = 1,5 \text{ В} \cdot \text{А}$ ;

$n$  - количество присоединенных счетчиков электроэнергии;

$$R_{\text{доп}} = (0,14 \cdot 57,7) / (1,5 \cdot 23) = 0,234 \text{ Ом}.$$

Минимальное сечение жилы кабеля на участке цепи ТН – счетчик электроэнергии



$$q_{\text{доп}}=(l_{\text{пр}}\cdot\rho)/R_{\text{доп}}=(2,5\cdot0,0175)/0,234=0,164 \text{ мм}^2,$$

где  $l_{\text{пр}}$  - длина проводника, м.

Для базовой ячейки КРУ-10 кВ  $l_{\text{пр}}$  варьируется в среднем от 2 до 4 метров, примем для расчета  $l_{\text{пр}}=2,5$  м;

$\rho$  - удельное электрическое сопротивление меди,  $(\text{Ом}\cdot\text{мм}^2)/\text{м}$ .

Далее выбирается ближайшее наибольшее сечение, чем сечение, рассчитанное  $q_{\text{доп}}$ , т.е.  $2,5 \text{ мм}^2$ .

Потеря напряжения в цепи «ТН – счетчик электроэнергии»:

$$\Delta U_1=(l_{\text{пр}}\cdot\rho\cdot(S_{\text{сч}}\cdot n)/(U_{\text{ном}}\cdot q_{\text{пр}}),$$

где  $q_{\text{пр}}$  - выбранное сечение проводника,  $q_{\text{пр}}=2,5 \text{ мм}^2$ ;

$l_{\text{пр}}$  – длина проводника,  $l_{\text{пр}}=2,5$  м;

$S_{\text{сч}}$  - полная мощность, потребляемая каждой параллельной цепью счетчика электроэнергии,  $\text{В}\cdot\text{А}$ ,  $S_{\text{сч}}=1,5 \text{ В}\cdot\text{А}$ ;

$n$  – количество счетчиков ЭЭ на присоединениях 10 кВ,  $n=23$ ;

$U_{\text{ном}}$  - номинальное напряжение счетчика электроэнергии, В,

$$U_{\text{ном}}=57,7 \text{ В};$$

$$\Delta U_1=2,5\cdot0,0175\cdot(1,5\cdot23)/(57,7\cdot2,5)=0,01 \text{ В}.$$

Согласно ПУЭ потеря напряжения от ТН до расчетных электросчетчиков должна быть не более 0,5% при нормальной нагрузке.

Допустимая потеря напряжения согласно ПУЭ от ТН до расчетных электросчетчиков составляет

$$\Delta U_1=0,5\cdot57,7/100=0,29 \text{ В}.$$

Фактическое падение напряжения  $\Delta U_1$  в %:

$\Delta U_{\%}=\Delta U_1\cdot100/U_{\phi}=0,01\cdot100/57,7=0,02\%$ , т.е. меньше допустимого значения 0,5%.

Таким образом, измерительные трансформаторы напряжения типа НАЛИ-СЭЩ-10, устанавливаемые в цепях счетчиков электроэнергии на присоединениях 10 кВ, проверены по всем условиям и соответствуют требованиям ПУЭ.

### **Метрологические характеристики счетчиков СЭТ-4ТМ.03.**

На проектируемой подстанции для коммерческого учета электроэнергии на присоединениях 110 кВ и 10 кВ к установке приняты многофункциональные счетчики ЭЭ типа СЭТ-4ТМ.03 (РІК). Подключение счетчика к сети производится через измерительные ТТ и ТН. Счетчик с номинальным напряжением  $3x(57,7-115)/(100-200)$  В может использоваться на подключениях с номинальными фазными напряжениями из ряда: 57,7; 63,5; 100; 110; 115 В. Счетчик СЭТ-4ТМ.03М.01 класса точности 0,5S/1,0 рассчитан на номинальный ток 5(10) А, номинальное напряжение  $3x(57,7-115)/(100-200)$  В, имеет два интерфейса связи и резервный блок питания.

Счетчик предназначен для многотарифного учета электроэнергии активной и реактивной энергии прямого и обратного направления и четырехкватратной реактивной энергии (8 каналов учета).



Основные метрологические характеристики счетчиков приведены в таблице 8.

**Таблица 8**

**Метрологические характеристики счетчиков СЭТ-4ТМ.03**

Наименование характеристики	Значение параметра
Значение тока, А, Номинальное/максимальное	5/10
Ток чувствительности, мА	0,001
Номинальное значение измеряемого напряжения	$3 \times (57,7 \dots 115) / (100 \dots 200)$ или $3 \times (120 \dots 230) / (208 \dots 400)$ В
Рабочий диапазон измеряемых напряжений	$(0,8 \dots 1,15) U_{ном}$ В
Класс точности при измерении в прямом и обратном направлении: - активной электроэнергии - реактивной электроэнергии	0,2S или 0,5S 0,5 или 1,0
Точность хода встроенных часов в нормальных условиях во включенном и выключенном состоянии	0,5 с/сут
Активная мощность, потребляемая каждой параллельной цепью напряжения: - при $3 \times (57,7 \dots 115) / (100 \dots 200)$ В - при $3 \times (120 \dots 230) / (208 \dots 400)$ В	1 Вт 1,5 Вт
Полная мощность, потребляемая каждой параллельной цепью напряжения: - при $3 \times (57,7 \dots 115) / (100 \dots 200)$ В - при $3 \times (120 \dots 230) / (208 \dots 400)$ В	1,5 В·А 2,5 В·А
Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью	Не более 0,1 В·А
Ток потребления от резервного источника питания в диапазоне напряжений 100...265 В: - от источника постоянного тока - от источника переменного тока	30...15 мА 45...28 мА
Диапазон значений постоянной электросчетчика	1250...800 000 имп/(кВт·ч)
Сохранность данных при прерываниях питания: - информации - внутренних часов	Более 40 лет Не менее 10 лет (питание от литиевой батареи)
Защита информации	Два уровня доступа и аппаратная защита памяти метрологических коэффициентов
Самодиагностика	Циклическая, непрерывная

Счетчики могут конфигурироваться для работы в однонаправленном режиме (5 каналов учета) и учитывать:

- активную энергию прямого и обратного направления, как активную энергию прямого направления, т.е. учет по модулю независимо от направления тока в каждой фазе сети;

- реактивную энергию первого и третьего квадранта, как реактивную энергию прямого направления и реактивную энергию первого квадранта (индуктивная нагрузка);
- реактивную энергию четвертого и второго квадранта, как реактивную энергию обратного направления и реактивную энергию четвертого квадранта (емкостная нагрузка).

### **Расчет относительной погрешности АИИС КУЭ.**

Характеристику суммарной погрешности измерительного канала АИИС КУЭ (группы измерительных каналов) нормируют путем установления предела допускаемой относительной погрешности измерительного канала (группы измерительных каналов) в предусмотренных рабочих условиях применения и при доверительной вероятности, равной 0,95.

Суммарная погрешность измерительного канала АИИС КУЭ складывается из погрешностей, вносимых его отдельными компонентами – ИИК ТУ (ТТ, ТН, счетчиками ЭЭ, линиями связи между ТТ и счетчиками ЭЭ).

Предел допускаемой относительной погрешности измерительного комплекса при измерении ЭЭ согласно [3]:

для активной энергии

$$\delta_W = \pm 1,1 \sqrt{\delta_J^2 + \delta_U^2 + \delta_\theta^2 + \delta_{LI}^2 + \delta_{co}^2 + \sum \delta_{ci}^2};$$

$$\delta_\theta = 0,029 \sqrt{\theta_J^2 + \theta_U^2} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} / \cos \varphi,$$

для реактивной энергии

$$\delta_\theta = 0,029 \sqrt{\theta_J^2 + \theta_U^2} \cos \varphi / \sqrt{1 - \cos^2 \varphi},$$

где  $\delta_J$  - предел допускаемой токовой погрешности трансформатора тока;  
 $\delta_U$  - предел допускаемой погрешности напряжения трансформатора напряжения;

$\delta_\theta$  - погрешность трансформаторной схемы подключения счетчика за счет угловых погрешностей трансформатора тока  $\theta_J$  и трансформатора напряжения  $\theta_U$ ;

$\delta_o$  - погрешность из-за потери напряжения в линии присоединения счетчика к трансформатору напряжения;

$\delta_{ci}$  - дополнительная погрешность счетчика от  $i$ -й влияющей величины;

$\cos \varphi$  - коэффициент мощности контролируемого присоединения;

$\delta_{Tp}$  - погрешность ресинхронизации при измерении текущего астрономического времени (пренебрегаем).

Значения погрешностей для каждого ИИК ТУ и значения предела допускаемых относительных погрешностей измерительного комплекса рассчитаны для 5%, 20%, 100% и 120% от  $I_{ном}$ . Расчет значений погрешностей ведется при  $\cos \varphi = 0,8$  и  $\cos \varphi = 1$ . Вариант, когда  $\cos \varphi < 0,8$ , не рассматривается

в связи с наличием в узлах нагрузки источников реактивной мощности (синхронные двигатели, батареи статических конденсаторов) и эксплуатация оборудования в режиме потребления электроэнергии с  $\cos\varphi < 0,8$  неэффективна.

В соответствии с требованиями ГОСТ 32144-2013 [13] медленные изменения напряжения ( $\delta U_y$ ) в течение 95 % времени наблюдения должно составлять не более  $\pm 10,0$  %, что менее воздействующего фактора + 9,0 %. Отклонение частоты ( $\Delta f$ ) в течение 95 % времени наблюдения должно составлять не более + 0,2 Гц, что менее воздействующего фактора + 5,0 % (+ 2,5 Гц). Соответственно при расчете погрешности в доверительных границах (95 %), погрешностями от изменения частоты и напряжения можно пренебречь.

Пределы допускаемой токовой  $\delta_j$  и угловой  $\theta_j$  погрешностей ТТ класса точности 0,2S и 0,5S при измерениях в рабочих условиях эксплуатации при установившемся режиме приведены в таблице 3.

Рабочий диапазон температур: для электросчетчиков от минус 25°C до плюс 40°C; для всех контроллеров от 0°C до плюс 40°C .

Частота переменного тока 49 ... 51 Гц.

Рабочий диапазон напряжений: для электросчетчиков (0,8...1,15)  $U_{ном}$ ; для контроллеров (210...240)В.

Согласно ГОСТ 1983-2017 [10] пределы допускаемых погрешностей ТН напряжения  $\delta_U$  и угловой погрешности  $\theta_U$  при измерениях в рабочих условиях эксплуатации при установившемся режиме соответствуют значениям, указанным в таблице 9.

**Таблица 9**

**Пределы допускаемых погрешностей ТН**

Класс точности	$\delta_U$ , %	$\theta_{Umin}$
0,2	$\pm 0,2$	$\pm 20$

Основная погрешность счетчика типа СЭТ-4ТМ.03 при измерениях активной электроэнергии в соответствии с документацией на счетчики указана в таблице 10.

**Таблица 10**

**Основная погрешность счетчика типа СЭТ-4ТМ.03**

Погрешность	Условие соотношения между $I_{ном}$ , $I_{max}$ и $\cos \varphi$
$\delta_{C,0} = 0,2\%$	$0,05 I_{ном} < I < I_{max}$ , $\cos \varphi = 1$
$\delta_{C,0} = 0,3\%$	$0,05 I_{ном} < I < I_{max}$ , $\cos \varphi = 0,5$
$\delta_{C,0} = 0,4\%$	$0,01 I_{ном} < I < 0,05 I_{ном}$ , $\cos \varphi = 1$
$\delta_{C,0} = 0,5\%$	$0,2 I_{ном} < I < 0,05 I_{ном}$ , $\cos \varphi = 0,5$

Основная погрешность счетчика типа СЭТ-4ТМ.03 при измерениях реактивной мощности (электроэнергии) в нормальных условиях

$$\delta_{C.0} = \pm 0,2 \cdot [0,9 + (0,02/m)],$$

где  $m$  – число, рассчитываемое по формуле

$$m = U \cdot I \cdot \sin \varphi / (U_{\text{НОМ}} \cdot I_{\text{НОМ}}) = 0,8 U_{\text{НОМ}} \cdot 0,05 I_{\text{НОМ}} \cdot 0,7 / (U_{\text{НОМ}} \cdot I_{\text{НОМ}}), \text{ где } U - \text{ значение}$$

напряжения измерительной сети, В,;

$I$  - значение силы тока А,;

$U_{\text{НОМ}}, I_{\text{НОМ}}$  - номинальные значения напряжения и силы тока.

$$m = 0,8 \cdot 0,05 \cdot 0,7 = 0,28.$$

Если  $m > 0,02$ , то согласно СО 153-43.11.325-99 «Методические указания по определению погрешности измерений активной электроэнергии при ее производстве и распределении»,  $\delta_{C.0}$  равна классу точности счетчика, т.е.

$$\delta_{C.0} = \pm K = \pm 0,2.$$

Дополнительные погрешности счетчика рассчитываются по формуле

$$\delta_{nj} = K_j \cdot \Delta \xi_j,$$

где  $K_j$  - функция влияния  $j$ -й величины;

$\Delta \xi_j$  - отклонение  $j$ -й величины от ее нормального значения.

Дополнительные погрешности счетчика СЭТ-4ТМ.03 класса 0,2:

$\delta_{cf}$  - погрешность от изменения частоты, %, при измерениях активной электроэнергии  $\delta_{cf} = 0,1\%$ ; реактивной электроэнергии  $\delta_{cf} = 0,4\%$ .

$\delta_{c.nU}$  - погрешность от несимметрии напряжения,  $\delta_{c.nU} = 0,5\%$ ;

$\delta_{МП}$  - погрешность от внешнего магнитного поля,  $\delta_{МП} = 1,5\%$ ;

$\delta_{МПИ}$  - погрешность от внешнего магнитного поля 0,5 мТл,  $\delta_{МПИ} = 0,5\%$ ;

$\delta_{ЭМП}$  - погрешность от высокочастотных электромагнитных полей,

$$\delta_{ЭМП} = 1,0\%;$$

$\delta_{ct}$  - температурная погрешность, %.

Температурная погрешность рассчитывается по формуле

$$\delta = K_t \cdot \delta_{C.0} \cdot (t - t_n),$$

где  $K_t$  - средний температурный коэффициент;

$\delta_{C.0}$  - основная погрешность счетчика;

$t_p$  - температура рабочих условий, например,  $t_p = 25^\circ\text{C}$ ;

$t_n$  - температура нормальных условий,  $t_n = 20^\circ\text{C}$ .

Средний температурный коэффициент при измерениях активной (мощности) электроэнергии в соответствии с документацией на счетчики типа СЭТ-4ТМ.03:

$$K_{tw} = 0,01 \text{ при } 0,05 I_{\text{НОМ}} < I < I_{\text{МАХ}}, \cos \varphi = 1;$$

$$K_{tw} = 0,02 \text{ при } 0,05 I_{\text{НОМ}} < I < I_{\text{МАХ}}, \cos \varphi = 0,5.$$

Температурная погрешность при измерениях активной мощности (электроэнергии) при  $\delta_{C.0} = 0,2$ ;  $K_t = 0,01$ ;  $t_p = 25^\circ\text{C}$ ;  $t_n = 20^\circ\text{C}$  будет равна

$$\delta_w = 0,01 \cdot 0,2 \cdot (25 - 20) = 0,01\%.$$

Средний температурный коэффициент при измерениях реактивной мощности (электроэнергии) при  $\delta_{C.0} = 0,2$ ;  $t_p = 25^\circ\text{C}$ ;  $t_n = 20^\circ\text{C}$  будет равен

$$K_{tQ} = 0,05 \cdot \delta_{C.0} \cdot (t - t_n) = 0,05 \cdot 0,2 \cdot (25 - 20) = 0,05.$$

Температурная погрешность при измерениях реактивной мощности (электроэнергии) при  $\delta_{C.O} = 0,2$ ;  $t_p = 25^\circ\text{C}$ ;  $t_n = 20^\circ\text{C}$

$$\delta = 0,05 \cdot 0,2 \cdot (25 - 20) = 0,05\%.$$

Погрешность измерения времени СОЕВ складывается из сумм погрешностей компонентов и погрешности синхронизации.

Синхронизация времени контроллера и счетчиков происходит от системы верхнего уровня, для обеспечения единого времени всей системы. При этом учитывается задержка сигналов синхронизации в каналообразующей аппаратуре.

Среднесуточная погрешность формирования текущего календарного времени в соответствии с документацией на контроллер «Сикон С-70» составляет не более 1 секунды в сутки. Относительная погрешность формирования текущего календарного времени

$$\delta_{mk} = (1/86400) \cdot 100\% = 0,0012\%.$$

Точность хода встроенных часов счетчика в соответствии с документацией составляет 0,5 секунд в сутки. Относительная погрешность встроенных часов счетчика

$$\delta_{тсч} = (0,5/86400) \cdot 100\% = 0,0006\%.$$

Относительная погрешность измерения времени СОЕВ

$$\delta_{mk} = \sqrt{\delta_{mk}^2 + \delta_{тсч}^2} = \sqrt{0,0012^2 + 0,0006^2} \approx 0,0012\%.$$

Суммарная дополнительная погрешность

$$\Sigma\delta_c = 0,1 + 0,5 + 1,5 + 1,0 + 0,01 = 3,6\%.$$

Результаты расчета пределов допускаемых относительных погрешностей измерительных каналов при измерениях активной и реактивной мощности (электроэнергии).

$$\delta_w = \pm 1,1 \cdot (0,2^2 + 0,2^2 + 0,43^2 + 0,5^2 + 0,0012^2 + 3,62)^{1/2} = \pm 3,7\% < 6\%;$$

$$\delta_o = \pm 1,1 \cdot (0,2^2 + 0,2^2 + 0,86^2 + 0,5^2 + 0,0012^2 + 3,62)^{1/2} = \pm 4,7\% < 6\%.$$

Суммарная относительная погрешность ИИК при измерениях активной и реактивной мощности (электроэнергии) определена с вероятностью  $P=0,95$ .

### **Проектная оценка надежности АИИС КУЭ.**

Элементы ИВКЭ АИИС КУЭ относятся к изделиям с отказами сбойного характера - т.к. восстановление работоспособного состояния системы может быть обеспечено без ремонта, путем воздействия оператора.

ИВКЭ АИИС КУЭ предназначена для сбора, обработки, регистрации, передачи и хранения параметров информации энергопотребления, поступающих от счетчиков электроэнергии.

В рассматриваемой АИИС КУЭ в плане надежности учитываются элементы, отказы которых влияют на передачу данных на верхний уровень.

По назначению ИВКЭ АИИС КУЭ является изделием конкретного назначения, имеющим один основной вариант применения по назначению. По числу учитываемых состояний (по работоспособности) ИВКЭ относится к изделиям вида I, которые в процессе эксплуатации могут находиться в двух состояниях: работоспособном и неработоспособном.

Для изделий, имеющих канальный принцип построения (системы связи, обработки информации и др.), требования по безотказности и ремонтпригодности допускается задавать в расчете на один канал.

По режимам функционирования ИВКЭ АИИС КУЭ является изделием непрерывного длительного применения.

По последствиям отказов ИВКЭ АИИС КУЭ является изделием, отказ или переход в критическое состояние которого не приводят к последствиям катастрофического характера (без угрозы для жизни и здоровья людей и т.п.).

По возможности восстановления работоспособного состояния ИВКЭ АИИС КУЭ после отказа в процессе эксплуатации.

Элементы ИВКЭ по возможности восстановления работоспособного состояния подразделяются на восстанавливаемые и невосстанавливаемые.

По возможности технического обслуживания в процессе эксплуатации ИВКЭ АИИС КУЭ является обслуживаемым объектом.

Задаваемыми показателями надежности ИВКЭ АИИС КУЭ являются коэффициент готовности ( $K_g$ ) и средняя наработка на отказ ( $T_o$ ) (либо среднее время восстановления  $T_v$ ).

Согласно техническим требованиям к АИИС КУЭ [3]: средняя наработка на отказ - не менее 35 000 часов, а среднее время восстановления - не более 24 часов.

Надежность ИИК определяется как совокупность надежности измерительных трансформаторов и счетчиков электроэнергии. В качестве показателей надежности измерительных трансформаторов тока и напряжения, в соответствии с ГОСТ 1983-2017 [10] и ГОСТ 7746-2017[11], выбираются средний срок службы и средняя наработка до отказа.

Значения показателей надежности счетчиков электроэнергии рекомендуется иметь не ниже заданных:

- средняя наработка на отказ - не менее 35 000 часов;
- среднее время восстановления - не более 7 суток.

Значения показателей надежности системы обеспечения единого времени рекомендуется иметь не ниже заданных: коэффициент готовности - не менее 0,95; среднее время восстановления - не более 168 часов.

Критерием отказа ИВКЭ АИИС КУЭ является непредоставление коммерческой информации на уровень ИВК до 12 часов по московскому времени, дня, следующего за операционным, хотя бы по одному измерительному каналу за полчаса.

При проведении расчетов надежности элементов АИИС КУЭ используются данные, приведенные в документации их изготовителей и разработчиков (таблица 11).



**Таблица 11**

**Исходные данные для расчета надежности**

Оборудование	Тип	Кол.	Состояние после отказа	Средняя наработка на отказ, ч	Время восст., ч
ТТ	ТОЛ-10	45	Невосстанавливаемый	440000	-
ТН	НАЛИ-СЭЩ-10	8	Невосстанавливаемый	440000	-
Счетчик	СЭТ-4Тм.03	15	Восстанавливаемый	120 000	-
УСПД	Сикон С-70	1	Восстанавливаемый	75 000	2
ИБП	ИБП-1000 VA	1	Восстанавливаемый	250 000	8

Расчет интенсивности отказов оборудования АИИС КУЭ по данным таблицы 11 приведен в таблице 12.

**Таблица 12**

**Значения интенсивностей отказов оборудования АИИС КУЭ**

Оборудование	$T_{cp}$ - средняя наработка до отказа, ч	$\lambda = \frac{1}{T_{cp}}$ , 1/ч
ТТ типа ТОЛ-10	440000	$2,3 \cdot 10^{-6}$
ТН типа НАЛИ-СЭЩ-10	440000	$2,3 \cdot 10^{-6}$
Счетчик типа СЭТ-4Тм.03	120000	$0,83 \cdot 10^{-5}$
УСПД Сикон С-70	75000	$1,33 \cdot 10^{-5}$
ИБП типа ИБП-1000 VA	250000	$4,6 \cdot 10^{-6}$

Необходимо отметить, что в УСПД встроен Ethernet-модуль с коэффициентом готовности, равным коэффициенту готовности УСПД.

ИИК включает в себя измерительные трансформаторы тока (ИТТ) и напряжения (ИТН), счетчики ЭЭ. ИИК ТУ с точки зрения надежности рассматривается как последовательная цепочка вышеперечисленных элементов.

Расчет показателей надежности ИВКЭ приведен в таблице 13.

**Таблица 13**

**Показатели надежности ИВКЭ**

Показатель	Расчет
Суммарная интенсивность отказов ИИК	$\lambda_{ИИКТУ} = 45 \cdot \lambda_{ТТ} + 8 \cdot \lambda_{ТН} + 15 \cdot \lambda_{сч СЭТ},$ $\lambda_{ИИКТУ} = 45 \cdot 2,3 \cdot 10^{-6} + 8 \cdot 2,3 \cdot 10^{-6} +$ $15 \cdot 0,83 \cdot 10^{-5} = 24,6 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч.}$
Интенсивность отказов ИВКЭ в целом	$\lambda_{ИВКЭ} = \lambda_{ИИКТУ} + \lambda_{ИБП} + \lambda_{УСПД},$ $\lambda_{ИВКЭ} = 24,6 \cdot 10^{-5} + 4,6 \cdot 10^{-6} +$ $1,33 \cdot 10^{-5} = 26,4 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч.}$

Таким образом, интенсивность отказов ИИК равна  $24,6 \cdot 10^{-5}$  1/ч, а ИВКЭ равно  $26,4 \cdot 10^{-5}$  1/ч.

### **Заключение.**

В монографии приведены основные технические решения по построению АИИС КУЭ для коммерческого учета электроэнергии на энергетических объектах. Для автоматизации учета электроэнергии и мощности на подстанции спроектирована трехуровневая структура АИИС КУЭ, в которой первый уровень ИИК выполняет функцию автоматического проведения измерений на базе измерительных ТТ и напряжения ТН и многофункциональных счетчиков активной и реактивной энергии и мощности типа СЭТ -4ТМ.03, а второй уровень - ИВКЭ выполняет функцию консолидации информации по подстанции (электроустановке) на базе сетевого промышленного контроллера СИКОН С-70, обеспечивающего автоматический сбор информации по учету электроэнергии и мощности от ИИК. Уровень ИВКЭ представляет собой комплекс программно-технических средств, состоящих из: контроллера СИКОН С-70 и технических средств приёма-передачи данных (каналообразующая аппаратура - GSM-модемы Siemens MC35i Terminal).

Третий уровень – ИВК обеспечивает автоматизированный сбор и хранение результатов измерений от промышленного контроллера ИВКЭ и данных журнала учета событий от ИИК точек учета, подготовку сводного акта об энергопотреблении, автоматическую диагностику состояния средств измерений и ведения журнала внештатных ситуаций ИИК точек учета.

Выбранная для установки измерительная аппаратура на присоединениях 110 кВ и 10 кВ подстанции проверена по соответствующим условиям выбора.

Внедрение уровней ИИК и ИВКЭ в АИИС КУЭ на присоединениях 110 кВ и 10 кВ проектируемой подстанции позволит осуществлять легитимный и достоверный коммерческий учет и контроль выполнения графиков энергетического предприятия для обеспечения бизнес-процессов купли-продажи электрической энергии.

### **Список литературы**

1. Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) подстанции. Типовые технические требования в составе закупочной документации: Стандарт организации СТО 56947007-35.240.01.023-2009 / – М.: ОАО «ФСК ЕЭС», 2009. –27 с.
2. Автоматизированные информационно-измерительные системы учета электроэнергии (АИИС УЭ). Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования: Стандарт организации СТО 70238424.17.220.20.004-2011 / – М.: ИНВЭЛ..
3. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии и мощности. Основные метрологические характеристики. Общие требования: РД 153– 34.11.114-98, акт. 01.12.2013. – М.: РАО «ЕЭС России».

4. Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2: ГОСТ 31819.21-2012 (IEC 62053-21:2003), введ. 01.01.2014. - М.: Стандартинформ, 2014. –23 с.

5. Нормы точности измерений режимных и технологических параметров, измеряемых на объектах ПАО «ФСК ЕЭС». Методические указания по определению метрологических характеристик измерительных каналов и комплексов: СТО 56947007–29.240.01.244-2017, введ. 29.06.2017 /. - ПАО «ФСК ЕЭС», 2017 – 91 с.

6. Об электроэнергетике: Федеральный закон РФ №35-ФЗ от 26 марта 2003.

7. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ: Федеральный закон РФ № 261-ФЗ от 23 ноября 2009.

8. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон РФ №102-ФЗ от 26 июня 2008.

9. Правила устройства электроустановок. Глава 1.5 Учет электроэнергии : ПУЭ. - 7-е изд. – М.: Госэнергонадзор, 2010. – 944 с.

10. Трансформаторы напряжения. Общие технические требования: ГОСТ 1983-2017. – М.: Стандартинформ, 2017. –32 с.

11. Трансформаторы тока. Общие технические условия: ГОСТ 7746–2017.- М.: Стандартинформ, 2017. –31 с.

12. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление: ГОСТ 12.1.030–81, изм. 16.01.2015.- М.:Стандартинформ, 2015. –24 с.

13. ГОСТ 32144–2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2013. – 21 с.

© Л.П. Андрианова, В.А. Шабанов, М.И. Хакимьянов, Р.Т. Хазиева, 2019

УДК 519.878

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КОМПРОМИССНЫХ РЕШЕНИЙ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

**Александров Андрей Харитонович**

к.э.н., доцент кафедры компьютерных технологий  
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»

**Аннотация:** Работа посвящена разработке концептуального аспекта создания управленческой системы поддержки принятия компромиссных решений. Новизна исследования состоит в уточнении понятия «Система поддержки принятия компромиссных решений». В частности дается обоснование необходимости выделения дефиниции «компромиссное решение» в названиях систем подобного рода.

**Ключевые слова:** СППР, многокритериальная оптимизация, метод исследования пространства параметров, принцип оптимальности, принцип удовлетворительности, эффективное решение, оптимальность по Парето, компромиссное решение, коэффициент относительной эффективности метода.

## COMPROMISE DECISION SUPPORT SYSTEM SOLUTIONS: CONCEPTUAL ASPECT

**Aleksandrov Andreiy Haritonovich**

**Abstract:** the Work is devoted to the development of a conceptual aspect of the creation of a management system to support the adoption of compromise decisions. The novelty of the study is to clarify the concept Of " support system for making compromise decisions." In particular, the author substantiates the need to allocate the definition of "compromise solution" in the names of systems of this kind

**Key words:** DSS, multicriteria optimization, method of parameter space research, optimality principle, satisfaction principle, effective solution, Pareto optimality, compromise solution, coefficient of relative efficiency of the method.

Системы поддержки принятия решений получили развитие в 70-ые годы XX века в ответ на насущные запросы бизнеса. С ростом размеров предприятий и корпораций в значительной степени возросли требования к качеству и своевременности принимаемых решений. Условия ведения бизнеса в жесткой конкурентной среде не оставляли шансов для тех, кто пренебрегал необходимостью информатизации бизнес-процессов, «экономил» на средствах обработки экономической информации, интеллектуального анализа данных. В этот же период получило широкое применение математическое моделирование финансово-экономических и социальных процессов. Методы оптимизации параметров моделей систем позволили вплотную подойти к проблеме оптимального использования производственных ресурсов.

Вместе с тем, стало ясно, что социально-экономические системы в отличие от технических систем во много раз сложнее. Они в значительной степени подвержены влиянию воздействий внешней среды, но самое главное – они в своем составе в качестве полноправных элементов содержат индивидов – лиц, которые сами являются источниками возмущающих воздействий на систему, внося свой «посильный» вклад в рост уровня неопределенности функционирования системы в целом. Выяснилось также, оптимизация социально-экономических систем по ретроспективным данным редко приводит к желаемому результату в будущем. Малейшие ценовые сдвиги могут свести на нет результаты оптимизационных расчетов из-за слабой устойчивости полученных оптимальных решений. Возможно, поэтому исследования из области автоматизации процессов принятия решений стали смещаться в сторону разработок, связанных с искусственным интеллектом, где, как ожидается, удастся в скором времени раскрыть тайну удивительных умственных способностей человека. Однако до настоящего времени полноценной замены человеческому мозгу пока еще не найдено. Для реализации моделей искусственного интеллекта необходимы значительные программно-аппаратные ресурсы, а также существенные временные затраты. Более того, даже в случае появления со временем сверхбыстрых алгоритмов, обойтись без человека – лица, принимающего решение, вряд ли когда-либо удастся. Только человек с его непревзойденными когнитивными способностями может взять на себя ответственность за принятие окончательного решения. С другой стороны очевидно, что как и в случае с механизацией рабочих процессов, в целях повышения производительности умственного труда, человеку не обойтись без применения информационных систем и технологий. И здесь весьма полезными могут оказаться математические методы и моделирование.

Целью исследования является разработка теории и методологии создания управленческой системы поддержки принятия компромиссных решений. В рамках данного раздела предполагается рассмотреть концептуальный аспект предпринимаемого исследования.

### **1. Развитие информационных систем поддержки принятия решений.**

Поиск эффективных управленческих решений в условиях многокритериальности – в настоящее время наиболее быстрыми темпами развивающаяся область теории принятия решений. На базе теории принятия решений разрабатываются эффективные информационные системы, получившие наименование «Системы поддержки принятия решений» (СППР), призванные повысить эффективность управленческого труда, а, следовательно, и финансовые результаты компаний. Важной особенностью СППР является обязательное наличие в составе информационной системы индивида – лица, принимающего решение (ЛПР). В условиях многокритериальности без участия ЛПР принятие ответственного управленческого решения не представляется возможным из-за того, что формальный алгоритм в качестве результата выдает множество эффективных (не улучшаемых) решений. Требуется окончательный выбор, который и осуществляет ЛПР.

Развитие современных СППР началось с середины прошлого века [1, с. 44]. Уже с появлением в США первых электронно-вычислительных машин в



начале 1940 гг. появились и первые задачи по обработке экономической информации в целях анализа и выработки управленческих решений, адаптированных для решения на ЭВМ. В 1950 гг. стали применяться системы обработки транзакций (СОТ) для автоматизации составления платежных ведомостей, оформления счетов и т.д. Первые полноценные информационно-управляющие системы (ИУС), оснащенные системами управления базами данных (СУБД), появились в 1960 гг. Они были разработаны для извлечения нужной управленческой информации из больших баз данных, включали механизмы интерактивных запросов, объединение данных и подведение итогов. Объединение ИУС с простейшими моделями и методами статистического анализа позволило получить первые прообразы будущих систем поддержки принятия решений.

В 1970 гг. в эпоху бурного развития математического моделирования специалисты по автоматизированным информационным технологиям повсеместно стали разрабатывать СППР для решения слабоструктурированных и неструктурированных задач управления социально-экономическими системами разного уровня. В 1980 гг. в рамках информационных технологий стали разрабатываться экспертные системы, представляющие собой один из видов систем искусственного интеллекта. С помощью содержащихся в их составе баз знаний, полученных в результате интервьюирования реальных экспертов – представителей конкретной предметной области, удалось создать инструментальные средства, имитирующие их деятельность. Они сразу же нашли себе применение в системах по предупреждению нештатных ситуаций в ядерной сфере, в медицине и пр. В чрезвычайных ситуациях, когда возникает угроза жизни, применение экспертных систем позволяет быстрее принять правильное решение, поскольку они в отличие от человека не подвержены стрессам, не испытывают чувство страха, не теряются в ситуации, когда малейшее промедление смертельно опасно [2, с. 46]. В настоящее время в рамках искусственного интеллекта активно ведутся поиски в области создания эффективных нейронных сетей, имитирующих функции человеческого мозга. Создание искусственных нейронных сетей включает решение следующих задач: формирование знаний на основе методов параллельной обработки, аналогичной процессам, происходящим в человеческом мозге, распознавание образов на основе опыта и быстрое восстановление больших объемов данных [3, с. 5].

Современная СППР – это автоматизированная интерактивная человеко-машинная система. Она помогает ЛПР принимать решения, не замещая его полностью, использует данные и математические модели, описывающие функционирование реальной системы, решает задачи различной степени структурированности, позволяет в интерактивном режиме анализировать поведение системы на ее математической модели в режиме «что-если».

В настоящее время во многих странах принята и успешно функционирует представленная на рис. 1 схема систем поддержки различных уровней управления в корпорациях. Для разных уровней управления применяются различные по своей функциональности информационные системы. Так, для операционного уровня, как правило, применяются системы обработки транзакций, осуществляющие первичную обработку поступающей в базы



данных информации. Обработка информации включает в себя процедуры упорядочения, классификации, агрегирования данных, расчета различных показателей: средних величин, индексов, максимальных и минимальных значений ряда, показателей коэффициентов вариации и др. Таким образом, на данном уровне обрабатывается в основном внешняя и внутрифирменная текущая статистическая информация.

На тактическом уровне управления главным элементом информационной системы является СППР для менеджеров среднего звена. На данном уровне менеджеры – специалисты в конкретных предметных областях, отвечающие каждый за свой объект управления, следят за изменениями текущих параметров производственной системы. Если эти изменения выходят за рамки допустимых значений, то возникает необходимость в выработке управленческих воздействий, которые обеспечат возврат системы в первоначальное состояние. В случае невозможности возврата в первоначальное состояние возникает новая задача принятия решений, решение которой определит новое состояние системы с соответствующими оптимальными значениями ее переменных. Во всех случаях работа менеджера существенно упрощается, если в предприятии внедрена и отлажена управленческая информационная система, включающая на тактическом уровне управления в своем составе специализированные СППР.



**Рис. 1 Традиционная схема систем поддержки решений различных уровней управления**

На верхнем стратегическом уровне принятия решений применяется так называемая «Информационная система для руководителей». В настоящее время не существует единых стандартов по построению информационных систем для руководителей. Они значительно различаются по способу использования,

назначению и функциям. В одних системах главное место отводится количественным финансовым показателям, в других – может преобладать информация, не поддающаяся количественному счету. Отличительная особенность такого инструментария – это наличие подсистемы поддержки долгосрочного и среднесрочного стратегического планирования и прогнозирования. Как правило, информационная система для руководителя имеет односторонний доступ ко всем сетевым ресурсам предприятия с неограниченным доступом к файлам и банкам данных всех подразделений и отделов. Это необходимо для обеспечения высшего руководства актуальной информацией о текущей ситуации в предприятии, возможности сопоставления первичной и агрегированной информации в целях контроля и анализа.

Вне зависимости от уровня управления общим в информационных системах поддержки управленческой деятельности и в частности в СППР является наличие двух составляющих – программно-аппаратной части и человека как субъекта управления. Причем именно тандем машины и человека является главной составляющей успеха применения информационных технологий в управлении. Представление о СППР только лишь как о совокупности аппаратного и программного обеспечения является распространенным заблуждением. Неструктурированные (или полуструктурированные) решения не поддаются строгому математическому описанию и алгоритмизации. Только человек с его выдающимися интеллектуальными способностями в состоянии выбрать единственное верное решение из ряда плохо поддающихся вычислениям альтернатив. Применение вычислительных машин в интеллектуально-информационной управленческой деятельности приводит к такому же существенному повышению производительности труда в относительном измерении, как и в случае применения технологических машин в сфере материального производства. Для выполнения своих непосредственных функций СППР имеет соответствующую архитектуру.

Если более подробно рассмотреть архитектуру современной СППР, то можно обнаружить, что в программно-аппаратной части она чаще всего состоит из подсистемы пользовательского интерфейса, реализованного в форме системы генерации диалогов и управления (СГДУ), системы управления базой данных (СУБД), системы управления базой моделей (СУБМ). СУБД представляет собой совокупность компьютерных программ, которые позволяют пользователю создавать и использовать имеющиеся файлы базы данных, информация из которых подается затем на вход СППР. СУБМ представляет собой совокупность компьютерных программ, которые позволяют пользователю создавать модели, используемые для обработки созданных файлов данных. Созданные модели и файлы данных хранятся в базе моделей и базе данных на устройствах произвольного доступа, например, на жестких дисках. Пользователь получает доступ к данным и моделям, хранящимся на жестком диске, через подсистему пользовательского интерфейса.

Задачи подсистемы пользовательского интерфейса или системы генерации диалогов и управления (СГДУ) состоят в следующем:

1. Дать пользователю возможность создавать, обновлять и удалять файлы базы данных и модели принятия решений через систему управления базой данных и систему управления базой моделей.
2. Обеспечить пользователя набором входных и выходных форматов, включая многомерные и графические форматы данных.

Через систему пользовательского интерфейса обеспечивается управление данными и моделями. Управление данными и моделями в СППР происходит взаимосвязано. Данные представляют собой фактические результаты наблюдений за явлениями. Например, это могут быть размеры выпуска продукции, объем продаж и уровень запасов продукта. Таким образом, база данных содержит совокупность взаимосвязанных файлов, содержащих необходимую первичную информацию.

Управление данными в СППР – это необходимая функция, реализуемая главным образом на интеллектуальной стадии процесса принятия решений, но недостаточная для поддержки этапов разработки и выбора альтернатив. Для выполнения этих задач СППР используют различные типы моделей из областей знаний об управлении и исследовании операций. Дадим краткую характеристику существующим типам моделей.

## **2. Перспективы развития систем поддержки принятия решений.**

Необходимость предпринятого автором обзора основных этапов развития систем поддержки принятия решений обусловлена стремлением выявить перспективы дальнейшего развития этого важнейшего направления в области информационных технологий и систем. В частности из данного обзора следует, что развитие информационных технологий движется по пути создания мощных средств накопления, преобразования, упорядочения, хранения информации, а также наиболее адаптированного для потенциальных пользователей интерфейса, максимально облегчающего процедуру извлечения необходимой информации. Кроме того, в развитии СППР ставка делается на эффективное встраивание в систему алгоритмов искусственного интеллекта, что, безусловно, способствует повышению функциональности СППР и позволяет большую часть этапов процедуры принятия решений переложить на компьютер.

Работы в области искусственного интеллекта, направленные на реализацию процедур имитации интеллектуальной деятельности человека, особенно в части выработки и принятия им решений крайне актуальны и насущны. Однако на этом пути есть трудности как в части программно-аппаратной реализации, так и с точки зрения современной психологической науки, а именно в части развития современных представлений о механизмах принятия человеком решений. Поэтому реализация СППР с опорой лишь на инструментарий искусственного интеллекта может привести к заметному ухудшению потребительской ценности продукта и к существенному удорожанию процесса разработки и последующей эксплуатации.

По мнению автора одним из действенных методов решения проблемы является совмещение в одной системе и традиционной оптимизационной процедуры и простейшей интеллектуальной системы. Такая идея была высказана автором совместно с Ю.В. Константиновым еще в 1998 г [4, с. 17]. Эта методика основана на автоматизации алгоритмов выделения эффективных точек в многокритериальных задачах принятия решений. Суть предложения проста. При решении многокритериальной задачи ЛПР вынуждено анализировать все точки, принадлежащие области эффективных решений. Это связано с затратами времени и определенных интеллектуальных усилий, и такие затраты прямо пропорциональны объему исследуемой области эффективных решений. Поэтому было бы разумным поручить компьютеру (или точнее экспертной системе, реализованной в виде компьютерной программы) выделить необходимые точки в автоматизированном режиме с использованием базы знаний. Такая база должна хранить в себе алгоритмы выделения точек, которыми пользуются реальные эксперты – индивиды при решении аналогичных управленческих задач.

Тандем, включающий метод решения многокритериальных задач и экспертную систему, весьма эффективен, так как совместное применение этих подходов позволяет существенно сократить необходимый объем ресурсов в базе знаний, что в свою очередь позволит удешевить процедуру поиска и формализации самих знаний. Кроме того, отпадает необходимость в проектировании сложного пользовательского интерфейса экспертной системой. Разумеется, программирование интерфейса в случае применения современных инструментальных сред, таких как Delphi, C# и им подобных, позволяющих проектировать интерфейс в визуальном режиме с использованием стандартизированных компонентов, не представляет особых сложностей. Однако в случае использования тандема, включающего экспертную систему и оптимизационную процедуру может в принципе исключить необходимость реализации сложного мультиэкранного интерфейса.

Таким образом, внедрение в практику поиска управленческих решений современных технологий, основанных на использовании систем искусственного интеллекта (экспертных систем и нейронных сетей), существенно упрощается, когда такие методы используются совместно с традиционными оптимизационными подходами. Однако какой бы совершенной не была система искусственного интеллекта при решении современных сложных задач управления полностью обойтись без участия человека в процедуре выбора единственного решения из ряда альтернатив не представляется возможным. Только человек с его уникальными интеллектуальными возможностями и наработанным годами опытом принятия решений способен осуществить правильный выбор. Программные инструменты должны выступать лишь вспомогательными средствами поддержки этого процесса.

Современная система поддержки принятия решений (СППР) должна включать, во-первых, метод решения многокритериальных задач, приводящий к получению некоторых конечных альтернативных исходов, а во-вторых, набор

некоторых правил, согласно которым ЛПР будет производить отбор окончательного варианта решения. Набор и содержание правил сильно зависят от применяемого метода решения многокритериальной задачи. По мнению автора, из всего многообразия подходов, разработанных для решения многокритериальных задач в СППР, более всего подходят те из них, в которых реализуется интерактивный режим работы ЛПР с персональным компьютером. Связано это с тем, «...что содержательные соображения, не поддающиеся строгой формализации, и формализованные модели должны использоваться совместно; только такой подход может привести к практически полезным результатам» [5, с. 8].

Как показывают результаты исследований, субъекты рыночного предпринимательства весьма неохотно используют достижения в области моделирования и оптимизации в своей практической деятельности. Отставание отмечается и в практике планирования производственной деятельности в предприятиях реального сектора экономики, хотя на первый взгляд представляется очевидным необходимость применения математических моделей и методов в процессе принятия решений именно в данной сфере. Среди видимых причин можно назвать две главные. Во-первых, это недостатки самих методов. Сложные методы, как правило, весьма затруднительны в освоении, требуют серьезной математической подготовки от ЛПР. В эту группу прежде всего следует отнести имитационное моделирование, нелинейное программирование и многокритериальную оптимизацию. Простые методы (имеется в виду симплекс-метод) относительно легки в освоении, но результаты, получаемые с их помощью в сложных задачах, как правило, лишь в весьма редких случаях могут удовлетворить запросы ЛПР. Главной причиной неудач применения линейного программирования в планировании является проблема недостаточной устойчивости найденного оптимального решения. Малейшие ценовые сдвиги, как правило, существенно изменяют начальные условия и резко смещают оптимум в другую точку.

В этом отношении многокритериальные подходы в планировании значительно лучше защищены от влияния периодически возникающих ценовых сдвигов в экономике, т.к. результаты, получаемые в процессе решения многокритериальной задачи, всегда представляют собой компромисс между разными (как правило, противоречивыми) критериями оптимальности. А компромиссное решение практически во всех случаях более устойчиво к изменениям параметров модели.

### **3. Теоретическое обоснование понятия «Система поддержки принятия компромиссных решений».**

В составе управленческих информационных систем подсистема поддержки принятия управленческих решений присутствует по умолчанию. В одних вариантах реализации большее внимание разработчиками уделяется интеллектуальной составляющей (методам и приемам, принятым в искусственном интеллекте), а в других – модельной (математическое моделирование). Но, так или иначе, и база знаний, и база моделей – это



неотъемлемые составляющие любой управленческой информационной системы. Следует заметить, что само соотношение интеллектуальной составляющей и модельной в разных реализациях СППР различно. Можно лишь предположить, что возможно это зависит от того, носителем каких идей является разработчик. Так предположим, если он склонен оперировать понятиями неоклассической экономической теории, то, скорее всего, наибольший удельный вес в его детище (информационной системе) будут занимать математические модели и методы оптимизации. И напротив, если разработчик является приверженцем неоинституционального подхода, который в меньшей степени «ангажирован» математическими вычислениями, то тогда большее внимание может быть уделено искусственному интеллекту. Но это всего лишь предположение, которое можно, тем не менее, использовать в качестве разграничивающего допущения.

Интересно то, что благодаря признанию научным сообществом теоретических подходов и методологических начал институциональной экономики постепенно меняется научное видение на проблемы принятия решений. В последнее время это видение опирается на теорию неполной рациональности и когнитивных ограничений Г. Саймана. В ней в частности автором предполагается, что индивид не только не способен собрать весь объем информации о сделке и о ситуации на рынке, он не способен и собранную информацию обработать оптимальным образом [6, с. 54]. Процедура сбора и обработки информации сопряжена с издержками времени и/или денежных средств. Следовательно, сама *технология сбора и обработки информации нуждается в оптимизации с целью минимизации издержек*. Это самостоятельная проблема и в задачи настоящего исследования прямо не входит. Однако указанный факт наряду с другими наблюдениями свидетельствует о том, что индивиды в процессе целесообразной деятельности взамен принципа «**Оптимальность**» придерживаются принципа «**Удовлетворительность**». Причем, как будет показано ниже, «оптимальность» - это не всегда хорошо, а «удовлетворительность» - не всегда плохо.

Понятие «Оптимальность» сугубо математическое. Оно означает, что существует некоторый единственный набор значений параметров, который при существующих условиях, определенных ограничениями-неравенствами, приводит величину критерия оптимальности в экстремум – либо минимум, либо максимум. Что касается понятия «Удовлетворительность», то оно не строгое и означает, что в области определения значений нескольких (более одного) критериев имеется некоторое конечное подмножество вариантов, из которых можно выбрать какое-нибудь либо одно, либо другое допустимое решение.

Отличия между одним и другим подходами легче показать графическими средствами (см. рис. 2 и 3) [7, с. 32].

Допустим, что к системе предъявляется два критерия оптимальности, причем критерий  $\Phi_1$  является главным. На рис. 2 выделена одна эффективная точка  $\bar{E}_i$ , в которой значение критерия оптимальности  $\Phi_1$  имеет максимально



возможное значение,  $\Phi_2$  - минимальное значение. Нахождение такого решения без применения специальных инструментальных средств возможно лишь в тривиальных случаях. И все же в однокритериальном случае задача поиска экстремума целевой функции  $\Phi_1$  сводится к ранжированию его значения в порядке возрастания или нахождения максимального элемента массива.

Однако, как было отмечено, индивиды, будучи (по Саймону) ограниченно рациональными, довольно редко прибегают к тщательному исследованию множества решений. Зачастую они заранее определяют с допустимыми по каждому критерию границами и уже не затрачивают время на более тщательный отбор решения, а выбирают первую приемлемую точку из числа допустимых. Эта ситуация схематически представлена на рис. 3. В частности, на рисунке показано, что ЛПР выбрало некую  $i$ -ю точку ( $\bar{E}_i$ ), координаты которой удовлетворяют критериальным ограничениям  $\Phi_1^*$  и  $\Phi_2^*$  (пунктирные линии), а, следовательно, решение в этой точке удовлетворяет ЛПР относительно его представлений о минимальных допустимых границах по каждому критерию оптимальности.

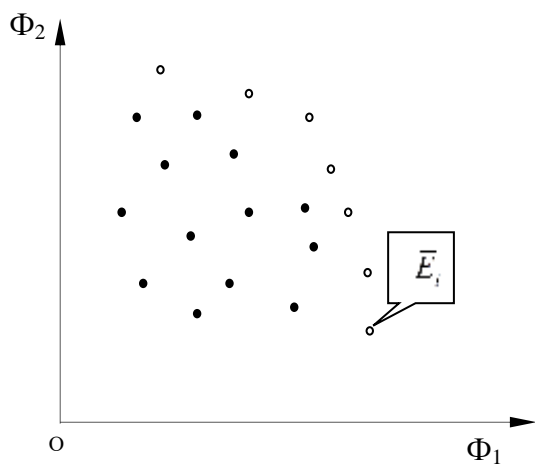


Рис. 2

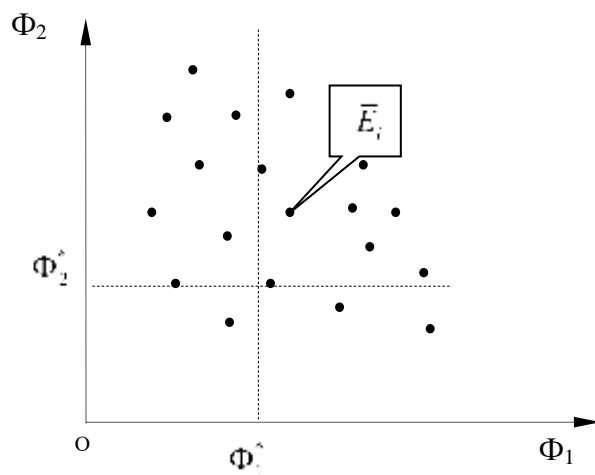


Рис. 3

**Рис. 2 Эффективные точки – компромиссные решения в пространстве двух критериев оптимальности. Они обозначены не закрашенными точками**

**Рис. 3 «Удовлетворительные» точки те, что находятся в пределах критериальных ограничений (правее и выше пунктирных линий)**

Однако сказанное приводит к выводу о том, что в одних и тех же случаях выбор конкретных значений критериев  $\Phi_1^*$  и  $\Phi_2^*$  может варьировать в довольно широких пределах. И это напрямую зависит исключительно от субъективных факторов, что не вызывает большого оптимизма по поводу надежности результата.

К счастью ситуация не столь плачевна, поскольку индивиды в процессе принятия управленческих решений ориентируются на существующие, выработанные в результате применения «метода проб и ошибок», шаблоны (правила, нормативы), которые в известной мере снимают неопределенность как при выборе самих критериев, так и при установлении значений нижних допустимых границ по каждому из них. Важнейшими шаблонами, регулирующими процессы принятия решений в экономике, являются институты, поэтому если значение нижней допустимой границы по соответствующему критерию следует из содержания института, то такие ограничения определенно можно называть *институциональными ограничениями* задачи принятия решения.

Исходя из изложенного следует вывод, что одним из основных концептуальных направлений дальнейшего развития институционального проектирования вообще и моделирования организационных систем и процессов с учетом институциональных изменений в частности является *обоснование расположения границ институциональных ограничений в пространстве параметров*. Важность этой задачи видится даже не в том, что в результате установления формальных границ снимается неопределенность при принятии решений, ее главное значение заключается в формировании области поиска наилучшего решения в виде подмножества множества допустимых решений. Причем «объем» этой области не может быть величиной стандартизированной. Ее конкретное значение зависит от условия задачи. По сути, объем области определяет степень действенности внедряемого (или изменяемого) института. Очевидно, если этот объем чрезмерно большой, то теряется смысл в назначении таких ограничений, если он напротив слишком мал, то издержки следования требованиям ограничительных институтов могут оказаться запретительно высокими. В последнем случае адресаты институциональных ограничений могут просто проигнорировать их требования, и они не будут выполнять своих функций. Таким образом, вновь следует вести речь о наличии оптимальной величины подмножества допустимых решений, определяемой границами институциональных ограничений.

В этой связи возникает вопрос: существует ли прием моделирования или математический метод, позволяющий найти оптимальное расположение институциональных ограничений в пространстве параметров? Вопрос этот не праздный, поскольку *a priori* назначить границы институциональных ограничений, не видя область их определения, не представляется возможным. Гипотетически можно предположить, что решение такой задачи можно поручить СППР. При этом право назначать границы институциональных ограничений лучше делегировать ЛПР, а компьютерной программе – поручить формирование многомерного пространства параметров и интерфейса, позволяющего отслеживать значения критериев и параметров.

В наибольшей степени для рассматриваемого класса задач подходят методы решения так называемых прямых задач исследования операций [8, с. 42]. Их решение заключается в том, что для любого набора параметров задачи  $x$

вычисляются показатели эффективности (критерии оптимальности), а также значения функций, отражающих ограничения, которые называются функциональными ограничениями. Причем, число рассматриваемых критериев  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_k$  и функциональных ограничений  $G_1, G_2, \dots, G_m$  может быть любым (в разумных пределах). Вектор параметров задается в виде множества многомерных точек, координаты которых и определяют параметры задачи. Точки генерируются с помощью специальных генераторов последовательностей точек. Например, в любом компьютере имеется встроенный генератор псевдослучайных точек, с помощью которого можно получить заданное число равномерно распределенных точек. В главе 2 настоящего исследования для этой цели предлагается применить так называемую последовательность равномерно распределенных случайных точек. Подставив координаты точек в функциональные зависимости, отражающие критерии задачи, можно для каждой точки получить значения критериев и функциональных ограничений.

Затем на следующем этапе осуществляется проверка точек на предмет прохождения функциональных ограничений задачи. Точка выбраковывается и в дальнейшем не рассматривается, если ее координаты не удовлетворяют функциональным ограничениям задачи. Функциональные ограничения – это, как правило, многомерные алгебраические функции, связывающие искомые параметры задачи и определяющие их допустимые значения в интервале, путем назначения границ варьирования значений этих функций в виде констант или алгебраических выражений, определяемые из условия данной задачи. С помощью функциональных ограничений в модели учитывают реальные ресурсные и продуктовые ограничения, приближающие абстрактную модель к реальным производственным условиям.

Ввиду того, что методы решения прямых задач исследования операций численные, то это накладывает некоторые дополнительные требования к функциональным ограничениям. Главное требование – это обеспечение не пустоты области допустимых решений (ОДР) задачи. Если объем ОДР  $V_{\text{ОДР}}$  окажется слишком маленьким, то может случиться, что ни одна из точек последовательности не попадет внутрь этого объема и тогда  $\text{ОДР} = \emptyset$ . Чтобы избежать получения такого результата, следует либо «ослабить» требования функциональных ограничений, интуитивно задав новые границы, либо следует вообще отказаться от функциональных ограничений и воспользоваться параметрическими или критериальными ограничениями.

Параметрические ограничения задают многомерное пространство параметров в виде гиперпараллелепипеда решений. Гиперпараллелепипед определяется путем задания левой и правой координаты его сторон по каждой оси декартовой системы координат. Использование параметрических ограничений в качестве функциональных возможно, но не во всех случаях. Гораздо более целесообразно для этих целей применять так называемые критериальные ограничения.

Механизм критериальных ограничений прост. Поскольку в каждой точке пространства параметров имеется возможность вычислить значения всех критериев задачи, то, выстроив их в ранжированный ряд, можно легко увидеть их крайние значения – максимальное и минимальное. Таким образом, у исследователя появляется возможность устанавливать критериальные ограничения, беря для рассмотрения любой участок ранжированного ряда, и тем самым отсекав точки, которые не должны входить в решение данной задачи. Чтобы использовать этот механизм для назначения функциональных ограничений, необходимо предполагаемое функциональное ограничение перевести временно в разряд псевдокритериев и выполнить новый просчет модели. Наблюдая ранжированные ряды значений псевдокритерия, исследователь получает возможность осознанного назначения границ функционального ограничения.

После столь подробного рассмотрения метода исследования пространства параметров можно, возвращаясь к понятию «Удовлетворительность», введенному Г. Саймоном, легко предположить возможность реализации в управленческой информационной системе модуля СППР, основанного на программной реализации рассмотренного выше метода. Таким образом, оказывается возможным и в случаях следования парадигме институциональной экономики предлагать для реализации СППР не только средства и методы искусственного интеллекта, но и специальный класс математических методов, предназначенных для решения многокритериальной задачи поиска эффективных управленческих решений. Чтобы каким-то образом выделить этот тип СППР (с учетом того, что в случае совместного рассмотрения в задаче многих противоречивых критериев оптимальности не представляется возможным обращение каждого из критериев в экстремум), предлагается ввести понятие «Система поддержки принятия компромиссных решений» (СППКР). Добавление слова «компромиссных» в привычную для всех СППР прямо указывает на то, что в данной системе применяется метод построения области эффективных не доминируемых решений. Примечательно, что такая область располагается, как правило, в крайних точках ОДР (а точнее на границах ОДР). На рис. 4 показаны точки, прошедшие Критериальные ограничения задачи. Они все могут быть выбраны ЛПР в качестве удовлетворительных решений. На рис. 5 из всех «удовлетворительных» точек выделено подмножество эффективных решений в виде крайних точек.

Как видно из рис. 5, выгодно окончательное решение выбирать из числа эффективных точек. В этих точках параметры заведомо лучше, чем в тех, что отсеялись в процедуре выделения эффективного подмножества решений.

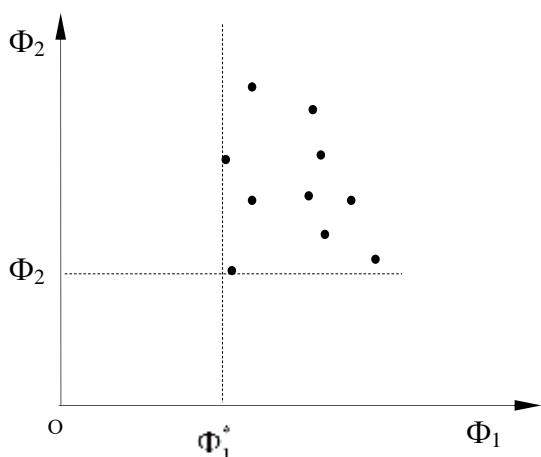


Рис. 4

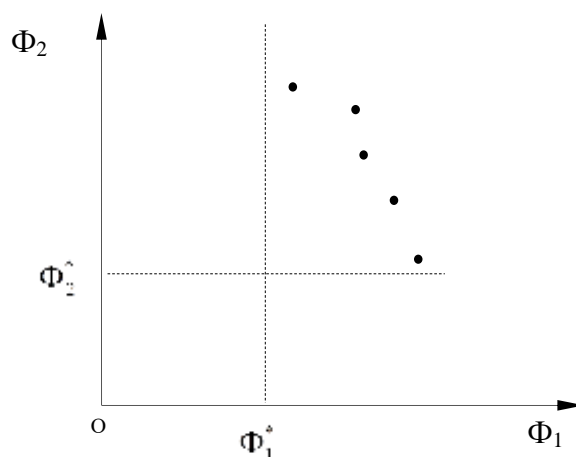


Рис. 5

**Рис. 4 «Удовлетворительные» точки – те, что находятся в пределах критериальных ограничений (правее и выше пунктирных линий)**

**Рис. 5 Эффективные (не доминируемые, Парето-оптимальные) точки – те, что находятся в крайних точках ОДР, в пределах критериальных ограничений**

#### Выводы по разделу.

1. Современные СППР развивались в том же темпе, что и все прочее программное и аппаратное обеспечение. Современная СППР – это человеко-машинная система, работающая в интерактивном режиме. Она включает в себя в числе прочих компонентов подсистемы пользовательского интерфейса, реализованного в форме системы генерации диалогов и управления (СГДУ), системы управления базой данных (СУБД), системы управления базой моделей (СУБМ). СППР классифицируются по назначению в зависимости от потребностей различных уровней в иерархии системы управления.

2. Дальнейшее развитие СППР видится по двум основным направлениям. Во-первых, это математические методы и моделирование, в рамках которых упор делается на реализацию интерактивных средств поиска эффективных управленческих решений, а также методов и моделей имитационного и компьютерного моделирования. Комплексное применение указанных подходов – залог успешной эксплуатации современной СППР. Во-вторых, интеграция в СППР достижений в области искусственного интеллекта. Так, если на первых порах единственным подспорьем выступала экспертная система, в основе которой была база знаний и система обеспечения интерактивного диалога человека и ЭВМ, то в настоящее время ведутся активные поиски в области имитации когнитивных способностей человека (нейронные сети, распознавание образов и пр.). Необходимость применения подходов, связанных с искусственным интеллектом, обусловлена наличием слабоструктурированных проблем, трудно поддающихся формализации.

3. В связи с признанием научным сообществом новой институциональной экономической теории важным направлением совершенствования СППР становятся интерактивные методы принятия



управленческих решений. В частности, реализация метода исследования пространства параметров многокритериальной задачи поиска эффективных управленческих решений в наибольшей степени подходит для решения указанного класса задач. Решения, принимаемые индивидами в условиях многокритериальности, основываются на принципе «удовлетворительности» (а не на принципе «Оптимальности», как считалось ранее), и, благодаря предлагаемому в работе подходу (1), можно успешно выделять из множества «удовлетворительных» решений некоторое конечное подмножество эффективных (оптимальных по Парето) точек, анализируя которые ЛПР может определиться с окончательным компромиссным решением. Каждая точка подмножества эффективных решений в действительности представляет собой компромиссное значение между рассматриваемыми в задаче критериями эффективности. При этом ни одно из эффективных решений не может достигать экстремума, т.к. в этом случае другие критерии получают наихудшие значения. По этой причине инструментальное средство, предназначенное для интерактивного выбора из множества «удовлетворительных» решений подмножества эффективных, предложено в работе назвать «Система поддержки принятия компромиссных решений».

*(1). О точках, лежащих на границах области допустимых решений многокритериальной задачи исследования операций / Александров А.Х. Экономика и менеджмент систем управления. 2016. Т. 20. № 2-1. С. 180-186.*

### Список литературы

1. Информационные технологии в бизнесе / Под ред. М. Желены. - СПб: Питер, 2002. - 1120 с.
2. Сойер Б., Фостер Д.Л. Программирование экспертных систем на Паскале. М.: Финансы и статистика, 1990. – 191 с.
3. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
4. Александров А.Х., Константинов Ю.В. К разработке интеллектуальных систем исследования экономических процессов // в сб. Проблемы использования ресурсов агропромышленного производства. - Материалы региональной научно-практической конференции. - Чебоксары: ЧГСХА, 1998.- С. 17-18.
5. Гафт, М.Г. Принятие решений при многих критериях. М.: «Знание», 1979. – 64 с.
6. Саймон Г. Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении //Теория фирмы / Под ред. В.М. Гальперина. СПб.: Экономическая школа, 1995. С. 54 – 72.
7. Олейник. А.Н. Институциональная экономика – М.: ИНФРА-М, 2007. С. 302.
8. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – 2-е изд., стер. – М.: Наука, 1988. С. 42 – 51.
9. О точках, лежащих на границах области допустимых решений многокритериальной задачи исследования операций / Александров А.Х. Экономика и менеджмент систем управления. 2016. Т. 20. № 2-1. С. 180-186.



УДК 621.372.54

## ПОЛОСОВЫЕ ФИЛЬТРЫ КОАКСИАЛЬНОГО ТИПА

**Зикий Анатолий Николаевич**

к.т.н., с.н.с., доцент

Институт компьютерных технологий и информационной безопасности  
Южного федерального университета «ИТИБ ЮФУ»

**Кочубей Алексей Сергеевич**

инженер-конструктор 3к.

Таганрогский научно-исследовательский институт связи АО «ТНИИС»

**Аннотация:** Целью работы является отработка методики расчёта и моделирования полосовых фильтров коаксиального типа. Для этого был выбран дециметровый диапазон длин волн.

Проведено моделирование и экспериментальное исследование двух полосовых фильтров коаксиального типа дециметрового диапазона. Моделирование проводилось с помощью программы Microwave Office (MWO). Эксперимент проводился с помощью векторного анализатора цепей типа PXA. Фильтры обеспечивают следующие параметры:

- диапазон рабочих частот от 1680 до 1950 МГц для первого фильтра, и от 1680 до 1800 МГц для второго фильтра;
- потери в полосе пропускания не более 4 дБ;
- потери в полосе заграждения не менее 60 дБ;
- волновое сопротивление входа и выхода 50 Ом.

Фильтры могут найти применение в стационарной приёмопередающей аппаратуре.

**Ключевые слова:** коаксиальный полосовой фильтр, моделирование; эксперимент, амплитудно-частотная характеристика, геометрические размеры.

## BAND PASS FILTERS, COAXIAL TYPE

**Zikiy Anatoly Nikolaevich**

**Kochubey Alexey Sergeevich**

**Abstract:** The aim of the work is to develop methods of calculation and modeling of coaxial bandpass filters. A decimeter wavelength range was chosen for this purpose.

The modeling and experimental study of two bandpass filters of coaxial type of decimeter range is carried out. The simulation was carried out using the program Microwave Office (MWO). The experiment was carried out using a vector circuit analyzer PXA. Filters provide the following options:

- operating frequency range from 1680 to 1950 MHz for the first filter, and from 1680 to 1800 MHz for the second filter;

- loss in bandwidth not more than 4 dB;
- the loss of the band rejection better than 60 dB;
- input and output impedance of 50 Ohms.

Filters can be used in stationary transceiver equipment.

**Key words:** coaxial bandpass filter, modeling; experiment, amplitude-frequency characteristic, geometric dimensions.

### **Введение.**

Полосовые фильтры СВЧ широко используются в приёмо-передающей аппаратуре связи, радиолокации и радионавигации. Наиболее широкое употребление находят фильтры на поверхностных акустических волнах [1-3] и фильтры на цилиндрических диэлектрических резонаторах [4-8]. Они имеют малые массу и габариты, низкую стоимость. Однако они имеют ряд недостатков, в том числе:

- низкую допустимую мощность;
- высокую точность изготовления;
- требуют уникального оборудования и технологию.

По этим причинам до сих пор часто используются фильтры традиционных типов: коаксиальные, волноводные, воздушно-полосковые [8-13].

Существенным достоинством исследованных фильтров является простота их изготовления. Преимущественно используются токарные работы и гальванические покрытия серебром. Фильтр является разборным и допускает подгонку, доработку и повторную сборку. Это позволяет исключить брак в изготовлении таких фильтров.

Другим достоинством исследованных фильтров является симметрия частотной характеристики фильтров. Это свойство симметрии позволяет произвольно использовать фильтры в качестве преселекторов при нижней и верхней настройках гетеродина зеркального канала. Подобные преимущества исследованных фильтров имеют место при использовании их в качестве фильтров промежуточной частоты.

В известной литературе [8] такие фильтры называют «полуволновые фильтры с последовательными ёмкостными связями».

Целью данной работы является моделирование и экспериментальное исследование двух полосовых фильтров коаксиального типа. К ним предъявляются следующие требования:

- диапазон рабочих частот от 1680 до 1950 МГц для первого фильтра, и от 1680 до 1800 МГц для второго фильтра;
- потери в полосе пропускания не более 4 дБ;
- потери в полосе заграждения не менее 60 дБ;
- волновое сопротивление входа и выхода 50 Ом.

**Схема и конструкция фильтра 1680 - 1950 МГц.**

Схема фильтра нижних частот приведена на рисунке 1. Из этого рисунка видно, что фильтр состоит из 12 отрезков коаксиальной линии и 7 конденсаторов. Для простоты сборки фильтра конденсаторы выполнены конструктивными и одинаковыми.

Расчёт ёмкости конденсаторов проводился по формуле [14].

$$C = 8,84 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\varepsilon \cdot S}{d} (1)$$

где  $\varepsilon$  - относительная диэлектрическая проницаемость, принята равной 3,5 (оргстекло);

$S$  - площадь перекрытия пластин конденсатора,  $\text{мм}^2$ , принята равной  $\pi R^2 = 3,14 \cdot 2^2 = 12,56 \text{ мм}^2$ ;

$d$  - толщина диэлектрика, принята 1,3 мм.

Тогда:

$$C = \frac{8,84 \cdot 10^{-3} \cdot 3,5 \cdot 12,56}{1,3} \approx 0,3 \text{ пФ.}$$

Расчёт фильтра в целом проводился по книге [8]. Результаты расчёта приведены в таблице 1. К этому следует добавить, что центральный проводник коаксиала и наружный проводник коаксиала выполнены из латуни. Изолятором в коаксиальной линии служит фторопласт, имеющий  $\varepsilon = 2,1$  [15]. Изолятором в конденсаторах служит оргстекло с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon = 3,5$  [16].

На рисунке 2 можно видеть фото четырёх отрезков из центрального проводника фильтра и изолятор конденсатора.



**Рис. 1** Принципиальная схема фильтра 1680 - 1950 МГц

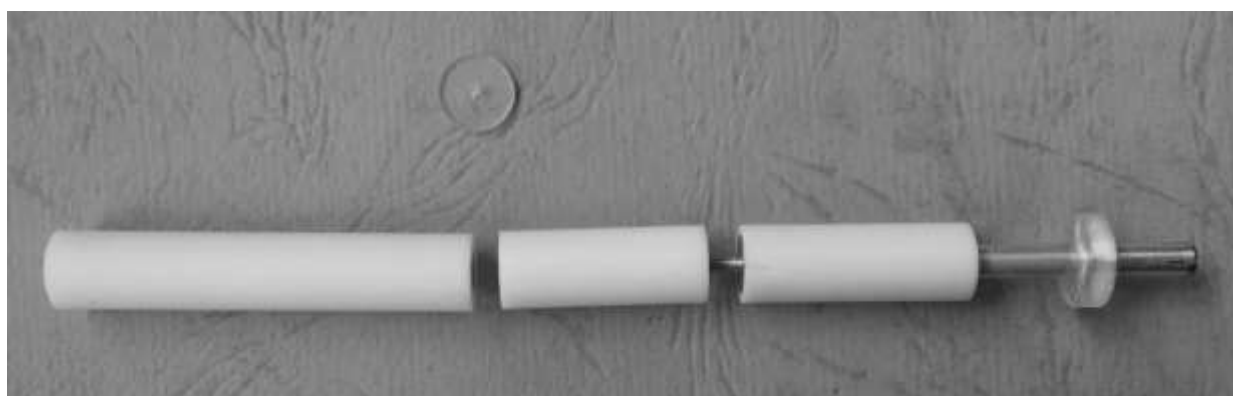
**Таблица 1**

**Геометрические размеры фильтра**

Поз. обозн.	Диаметр внутр. проводника, мм	Диаметр внешнего. проводника, мм	Относит. диэлектрич. прониц.	Длина, мм	Наименование
$W_i$	$d$	$D$	$\varepsilon$	$l$	
W1	4,4	10	1	9,8	Коаксиал
W2	7,8	10	2,1	29,2	Коаксиал
W3	4	10	2,1	26,4	Коаксиал

РАЗВИТИЕ НАУКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ:  
ПРОБЛЕМЫ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ

W4	4	10	3,5	1,3	Конденсатор
W5	4	10	2,1	52,6	Коаксиал
W6	4	10	3,5	1,3	Конденсатор
W7	4	10	2,1	52,6	Коаксиал
W8	4	10	3,5	1,3	Конденсатор
W9	4	10	2,1	52,6	Коаксиал
W10	4	10	3,5	1,3	Конденсатор
W11	4	10	2,1	52,6	Коаксиал
W12	4	10	3,5	1,3	Конденсатор
W13	4	10	2,1	52,6	Коаксиал
W14	4	10	3,5	1,3	Конденсатор
W15	4	10	2,1	52,6	Коаксиал
W16	4	10	3,5	1,3	Конденсатор
W17	4	10	2,1	26,3	Коаксиал
W18	7	6	3	29,1	Коаксиал
W19	4,4	10	1	29	Коаксиал



**Рис. 2 Фото элементов фильтров**

**Моделирование фильтра 1680 – 1950 МГц.**

Моделирование фильтра проводилось в пакете прикладных программ Microwave Office [17, 18]. Модель фильтра из MWO можно видеть на рисунке 3. Исходные данные для моделирования взяты из таблицы 1. На рисунке 4 представлена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) фильтра в диапазоне частот от 1,5 до 2,5 ГГц. На рисунке 5 изображена АЧХ фильтра в диапазоне частот от 1,5 до 5 ГГц. Из рисунка 5 видно, что фильтр имеет ложную полосу пропускания на второй гармонике полезного сигнала. Это обычное явление для фильтра, состоящего из полуволновых отрезков коаксиальной линии.

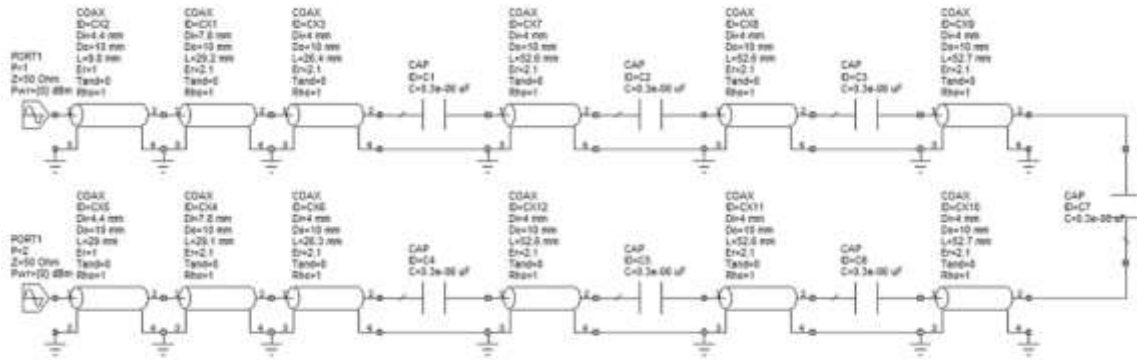


Рис. 3 Модель фильтра 1680 - 1950 МГц в MWO

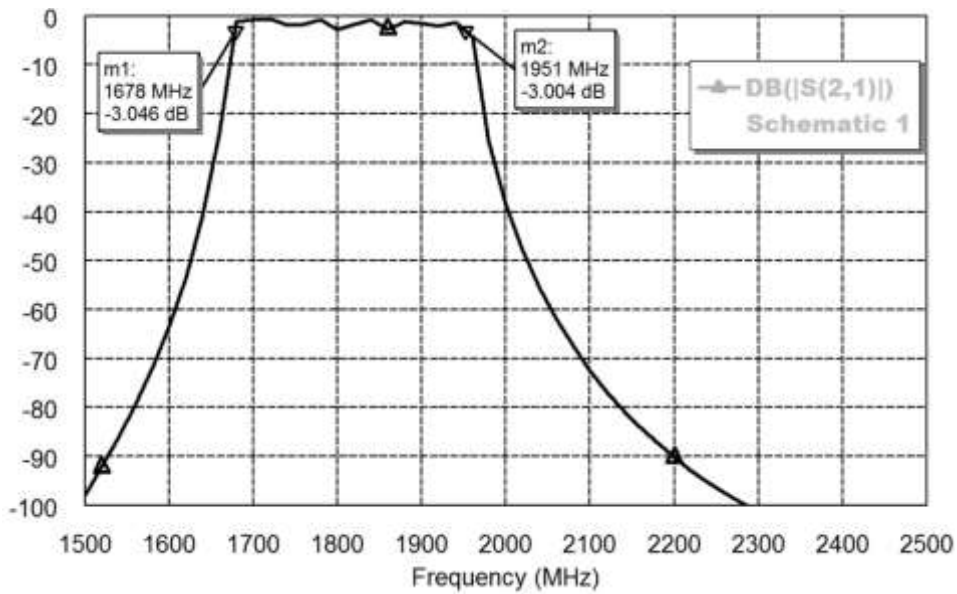


Рис. 4 АЧХ фильтра 1680 - 1950 МГц в полосе от 1,5 до 2,5 ГГц из MWO

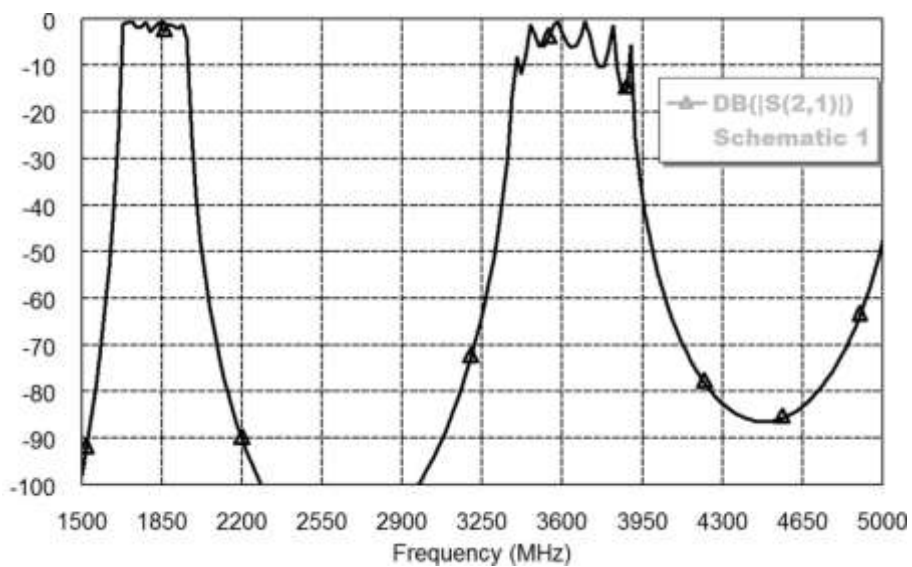


Рис. 5 АЧХ фильтра 1680 - 1950 МГц в полосе от 1,5 до 5 ГГц из MWO

Из рисунков 4 и 5 следует, что требования к фильтру выполняются.

### Эксперимент с фильтром 1680 – 1950 МГц.

Эксперимент проводился на измерительном стенде, содержащем векторный анализатор цепей типа РХА, набор кабелей и переходов. На рисунке 6 показана АЧХ фильтра в полосе от 1,5 ГГц до 2,5 ГГц. На рисунке 7 изображена АЧХ фильтра в полосе от 1,5 ГГц до 5 ГГц.

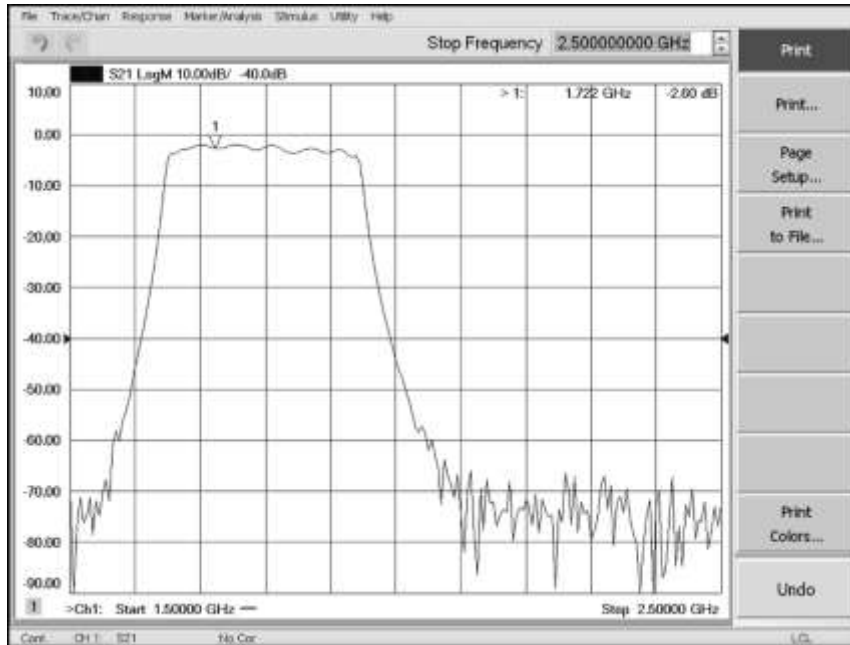


Рис. 6 АЧХ фильтра 1680 - 1950 МГц в полосе от 1,5 ГГц до 2,5 ГГц

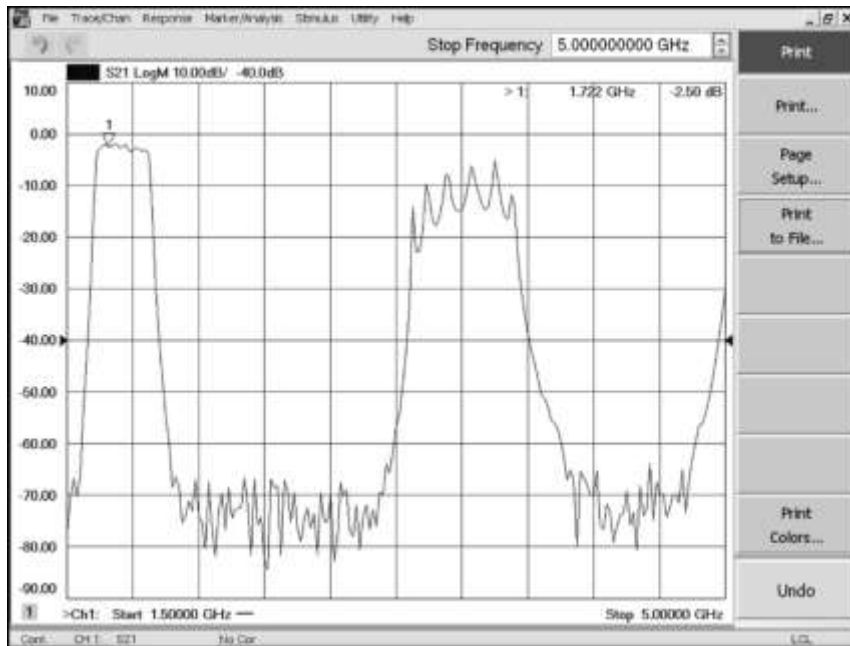


Рис. 7 АЧХ фильтра 1680 - 1950 МГц в полосе от 1,5 ГГц до 5 ГГц



Из этих графиков видно, что все требования к фильтру выполняются.

**Схема и конструкция фильтра 1680 - 1800 МГц.**

Схема фильтра приведена на рисунке 8. Из него видно, что фильтр состоит из 9 отрезков коаксиальной линии и 4 конденсаторов. Расчёт ёмкости конденсаторов проводился для толщины диэлектрика  $d = 2$  мм по формуле (1):

$$C = \frac{8,84 \cdot 10^{-3} \cdot 3,5 \cdot 12,56}{2} \approx 0,195 \text{ пФ.}$$

Расчёт фильтра в целом проводился по книге [8]. Результаты расчёта приведены в таблице 2.



**Рис. 8 Принципиальная схема фильтра 1680 - 1800 МГц**

**Таблица 2**

**Геометрические размеры фильтра 1680 - 1800 МГц**

Поз. обозн.	Диаметр внутр. проводника, мм	Диаметр внешнего. проводника, мм	Относит. диэлектрич. прониц.	Длина, мм	Наименование
Wi	d	D	$\epsilon$	l	
W1	4,3	10	1	38,5	Коаксиал
W2	8	10	2,15	30	Коаксиал
W3	4	10	2,15	28	Коаксиал
W4	4	10	3,5	2	Конденсатор
W5	4	10	2,15	56,3	Коаксиал
W6	4	10	3,5	2	Конденсатор
W7	4	10	2,15	56,3	Коаксиал
W8	4	10	3,5	2	Конденсатор
W9	4	10	2,15	56,3	Коаксиал
W10	4	10	3,5	2	Конденсатор
W11	4	10	2,15	28	Коаксиал
W12	8	10	2,15	30	Коаксиал
W13	4,3	10	1	9,8	Коаксиал

### Моделирование фильтра 1680 - 1800 МГц.

Моделирование фильтра проводилось в пакете прикладных программ Microwave Office [17,18]. Модель фильтра из MWO можно видеть на рисунке 9. Исходные данные для моделирования взяты из таблицы 2. На рисунке 10 представлена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) фильтра в диапазоне частот от 1,5 до 2 ГГц. На рисунке 11 изображена АЧХ фильтра в диапазоне частот от 1,5 до 5 ГГц. Из рисунка 11 видно, что фильтр имеет ложную полосу пропускания на второй гармонике полезного сигнала.

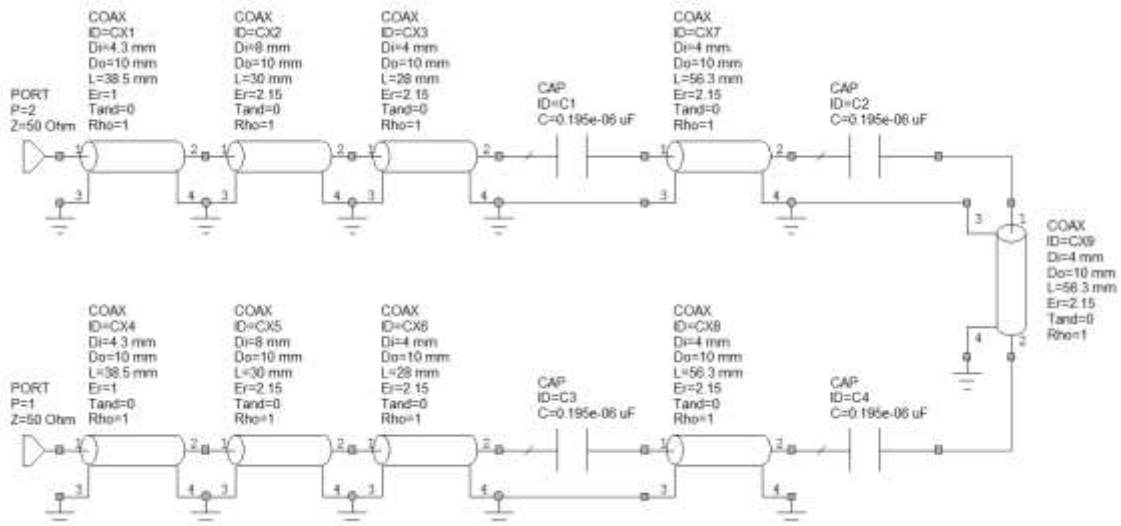


Рис. 9 Модель фильтра 1680 - 1800 МГц в MWO

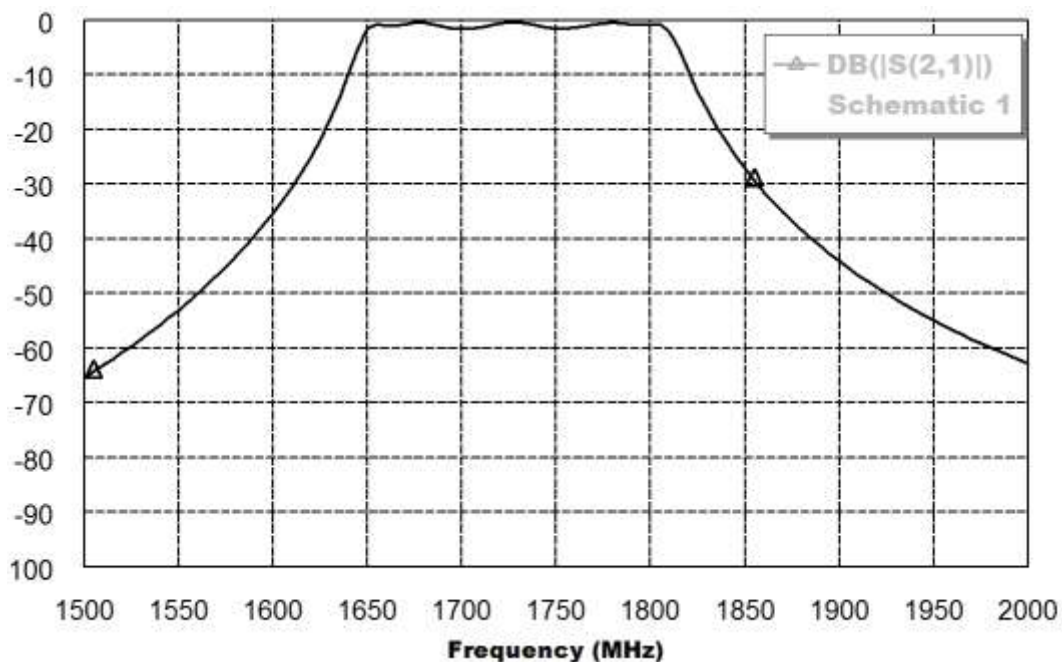
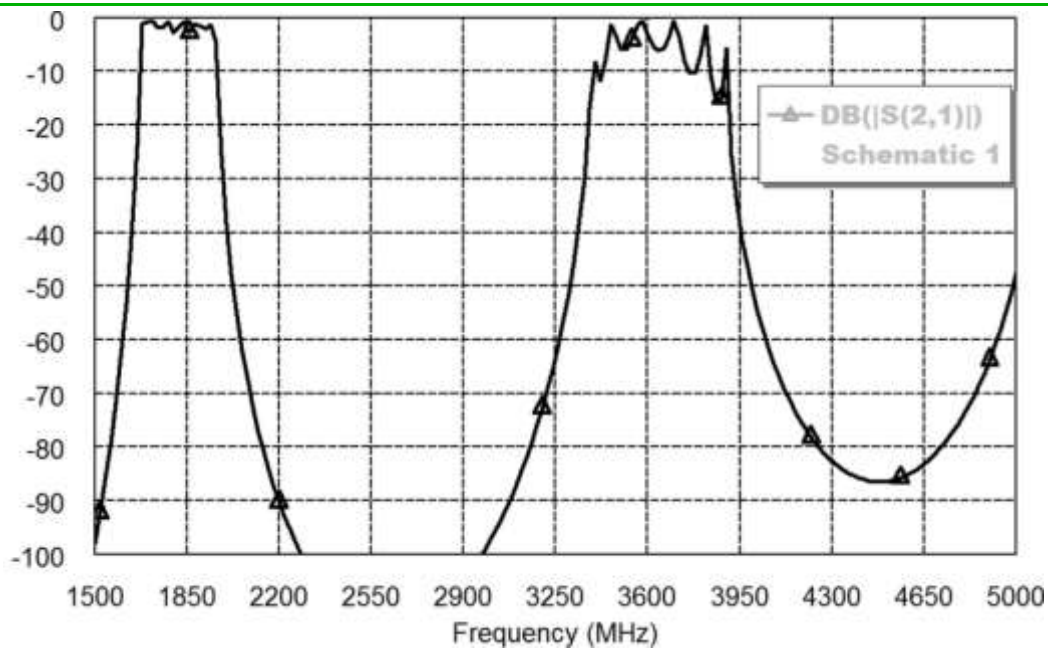


Рис. 10 АЧХ фильтра 1680 - 1800 МГц в полосе от 1,5 до 2 ГГц из MWO

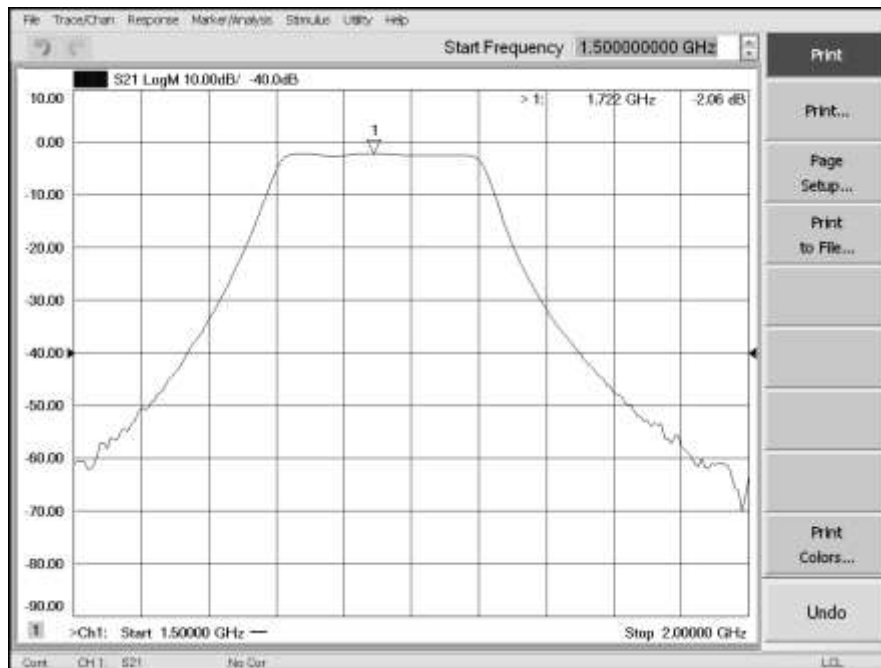


**Рис. 11 АЧХ фильтра 1680 - 1800 МГц в полосе от 1,5 до 5 ГГц из MWO**

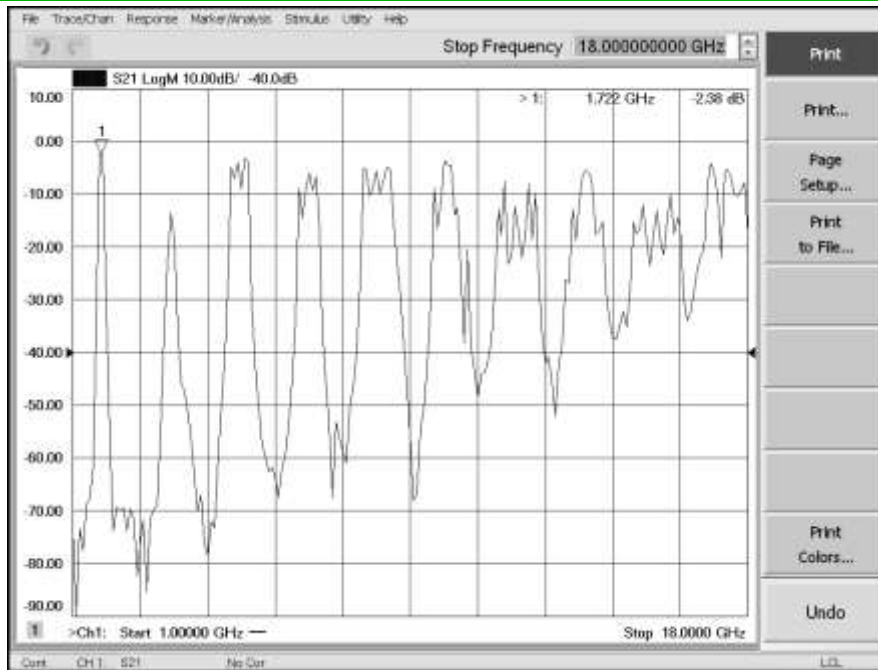
Из рисунков 10 и 11 следует, что требования к фильтру выполняются.

#### **Эксперимент с фильтром 1680 - 1800 МГц.**

Эксперимент проводился на измерительном стенде, содержащем векторный анализатор цепей типа РХА, набор кабелей и переходов. На рисунке 12 показана АЧХ фильтра в полосе от 1,5 ГГц до 2 ГГц. На рисунке 13 изображена АЧХ фильтра в полосе от 1 ГГц до 18 ГГц.



**Рис. 12 фильтра 1680 - 1800 МГц в полосе от 1,5 ГГц до 2 ГГц**



**Рис. 13 АЧХ фильтра 1680 - 1800 МГц в полосе от 1 ГГц до 18 ГГц**

Из рисунков 12 и 13 видно, что все требования к фильтру выполняются.

**Выводы.**

Ниже в таблице 3 обобщены параметры фильтров, полученные при моделировании и в ходе эксперимента.

**Таблица 3**

**Основные параметры фильтров**

Наименование параметра, размерность	Задано	Моделирование	Эксперимент
<b>Фильтр 1680 – 1950 МГц</b>			
Верхняя граничная частота полосы пропускания, МГц	1950	1951	1950
Нижняя граничная частота полосы пропускания, МГц	1680	1678	1680
Потери в полосе пропускания, не более, дБ	3	3	3
Потери в полосе заграждения от 2100 МГц до 3200 МГц, не менее, дБ	60	□ 60	60

<b>Фильтр 1680 – 1800 МГц</b>			
Верхняя граничная частота полосы пропускания, МГц	1800	1821	1800
Нижняя граничная частота полосы пропускания, МГц	1680	1678	1680
Потери в полосе пропускания, не более, дБ	4	3	4
Потери в полосе заграждения от 2100 МГц до 3200 МГц, не менее, дБ	60	>60	60

Из таблицы 3 видно, что все требования к фильтрам выполняются. При проведении данного исследования были использованы публикации [19, 20].

### Список литературы

1. Орлов В.С., Бондаренко В.С., Фильтры на ПАВ. – М.: Радио и связь, 1984. – 272 с.
2. Зикий А.Н., Зламан П.Н., Власенко Д.В. Фильтр на поверхностных акустических волнах // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. Том 9, №3. с. 5-7.
3. Зикий А.Н., Зламан П.Н., Власенко Д.В., Гончарова Т.О., Третьяк А.А. Фильтры на ПАВ. // Электротехнические и информационные комплексы и системы, 2014, том 10 № 3, с. 50–54.
4. Зикий А.Н., Зламан П.Н., Доновская Т.В., Ковалёва А.В. Экспериментальное исследование двух керамических фильтров // 5 международная научно-техническая конференция "Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015). Тольятти: 2015. с. 291-295.
5. Зикий А.Н., Зламан П.Н., Ковалёва А.В. Экспериментальное исследование фильтра на диэлектрических резонаторах. IV Всероссийская молодёжная научно-практическая конференция «Компьютерные технологии и телекоммуникации – 2014», Грозный, 2014, с. 51-54.
6. Диэлектрические резонаторы. Под ред. М.Е. Ильченко. – М.: Радио и связь, 1989. - 328 с.
7. Безбородов Ю.М., Нарытник Т.Н., Федоров В.Б. Фильтры СВЧ на диэлектрических резонаторах. Киев, Техника, 1989. – 184с.
8. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т., Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи, Том 2. - М.: Связь, 1972. 496 с.
9. Зелях Э.В., Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р., Брилон В.С. Миниатюрные устройства УВЧ и ОВЧ диапазонов на отрезках линий. – М.: Радио и связь, 1989. – 112 с.

10. Алексеев Л.В., Знаменский А.Е., Лоткова Е.Д. Электрические фильтры метрового и дециметрового диапазонов. – М.: Связь, 1976. – 280 с.
11. Леонченко В.П., Фельдштейн А.Л., Шепелянский Л.А. Расчёт полосковых фильтров на встречных стержнях. Справочник. – М.: Связь, 1976. – 280 с.
12. Справочник по элементам полосковой техники. Под ред. А.Л. Фельдштейна. – М.: Связь, 1979. – 336 с.
13. Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р., Смирнов В.П. Справочник по элементам волноводной техники. (Издание 2 – е) – М.: Сов. радио, 1967. – 652 с.
14. Грановская Р.А., Петров С.Б. Проектирование СВЧ цепей транзисторных генераторов с внешним возбуждением, выполняемых в виде гибридных интегральных схем. Учебное пособие. - М.: МАИ, 1977. 88 с.
15. Справочник по расчёту и конструированию СВЧ полосковых устройств. Под редакцией Вольмана В.И. - М.: Радио и связь, 1982. 328 с.
16. Справочник радиолюбителя. // Терещук Р.М. и др. В двух частях. Изд. 7-е. Часть 1. Киев, Техника, 1971. – 696 с.
17. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ – устройств с помощью Microwave Office. – М: Солон-Пресс, 2003. 496 с.
18. Бахвалова С.А., Романюк В.А. Основы моделирования и проектирования радиотехнических устройств в Microwave Office. Учебное пособие. – М.: Солон – Пресс, 2016. – 152 с.
19. Zverev A.I., 1967. Handbook of Filter Synthesis. N.Y., London, Sydney: John Wiley and Sons, Inc. p. 592.
20. Levi R. and I.E. Rozzi, 1968. Precise design of coaxial low-pass filters. №3(MTT-16), IEEE Trans: pp. 142-147.



## ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВ: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ

**Шляхова Альфия Ганиуловна**

к.т.н., доцент

**Шляхов Александр Тимофеевич**

к.ф.-м.н., доцент

Альметьевский государственный нефтяной институт

**Аннотация:** разработан термический анализ (ТА), основанный на авторской дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК), сочетающей высокую чувствительность порог обнаруживаемой мощности  $10^{-7}$ Вт с уникальным быстродействием  $10^{-2}$ с. В качестве теплового сенсора применена батарея из анизотропных термоэлементов (АТЭ) из висмута. При термическом анализе арсенида галлия  $m=1$ мг, приготовленного в виде порошка, дисперсность которого  $=0,1$ мг, зарегистрированы отклики при кристаллизации микровключений галлия на уровне  $=0,15$ мкВт, что соответствует абсолютной и относительной чувствительности на уровне  $10^{-10}$  г и  $10^{-5}\%$ , соответственно. Получен патент на изобретение. Оценена стоимость проекта.

**Ключевые слова:** термический анализ веществ (ТА), дифференциально - сканирующая калориметрия (ДСК), анизотропный термоэлемент (АТЭ), микровключений, чувствительность, патент, стоимость.

## THERMAL ANALYSIS OF SUBSTANCES: ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF IMPLEMENTATION

**Shlyahova Alfiya Ganiullova**

**Shlyakhov Alexander Timofeevich**

**Abstract:** there has been developed a thermal analysis (TA) based on differentially – scanning calorimetry (DSC) combining high sensitivity of power detection threshold of  $10^{-7}$  W with unique response speed  $10^{-2}$  s. In the capacity of thermal sensors a battery from anisotropic thermal elements (ATE) of bismuth is used. While thermal analysis of gallium arsenide  $m=1$  mg, prepared in powdered form the dispersivity of which is 0,1mg there recorded feedbacks during solidification of gallium microinclusion on the level of 0,15  $\mu$ W that is corresponding to absolute and relative sensitivity on the level of  $10^{-10}$  g and  $10^{-5}$  % consequently. Received a patent for the invention. Estimated project cost.

**Key words:** thermal substance analysis (TA), differential-scanning calorimetry (DSC), anisotropic thermoelements (ATE), microinclusions, sensitivity, patent, cost.

Актуальность: К контролю качества и степени чистоты веществ относится физико-химический, в частности, термический анализ (ТА) веществ. Во многих случаях ТА не применим, так как существенным недостатком метода является низкая относительная и абсолютная чувствительность на уровне 1 % и  $10^{-3}$  г, соответственно. Поэтому обычно обнаружение примеси, с целью контроля качества материалов, на уровне микроконцентраций  $10^{-5}$  % с использованием ТА не представляется возможным. Несмотря на большой объем информации по данной проблеме применение ТА для обнаружения и контроля примесей в полупроводниках в имеющихся публикациях даже не обсуждается из-за его низкой разрешающей способности [1-5].

В то же время быстро развивающаяся полупроводниковая электроника предъявляет высокие и разнообразные требования к качеству полупроводниковых материалов, в частности, арсенида галлия, с использованием для контроля самых различных и взаимодополняемых методов.

Для контроля степени чистоты веществ и обнаружения примеси требуются новые теплофизические приборы, сочетающие быстрдействие и чувствительность.

Поскольку промышленные калориметры с такими параметрами отсутствуют необходимо предпринять исследования по разработке и созданию быстрдействующего высокочувствительного микрокалориметра. Предполагаемое решение этих проблем состоит в применении в калориметрии сенсоров на основе анизотропных кристаллов из висмута, а также в оптимизации ТА. Разработки в этом направлении являются актуальными и позволят занять ТА должное место в ряду аналитических методик.

**Объектом исследования** являются методы и приборы термического анализа веществ и материалов.

**Предметом исследования** является высокочувствительная и быстрдействующая микрокалориметрия для контроля микровключений галлия в арсениде галлия.

**Цель работы** состоит в повышении чувствительности термического анализа и достигается в результате научного обоснования предлагаемых путей усовершенствований ТА веществ и их практической реализации.

**Основная задача научных исследований** – разработать быстрдействующий дифференциально-сканирующий калориметр и методику его использования для контроля качества материалов.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Предложен быстрдействующий сенсор теплового потока на основе висмута. Проведена оптимизация его параметров, позволяющая улучшить быстрдействие и чувствительность.

2. Разработан и изготовлен дифференциальный микрокалориметр с параметрами, сочетающими высокую чувствительность  $10^{-7}$  Вт с уникальным быстрдействием  $10^{-2}$  с для контроля качества арсенида галлия.

3. Разработана методика проведения эксперимента с использованием микрокалориметра для оценки чистоты материалов и веществ.

**Разработка и изготовление быстродействующего дифференциального микрокалориметра на анизотропных термоэлементах из висмута.**

Традиционно при изготовлении калориметров, в качестве датчиков тепла (сенсоров) используются батареи термопар, термометры сопротивления, обладающие высокой вольтваттной чувствительностью  $S_0=10\div 1000$  мВ/Вт и более, но одновременно низким быстродействием 10-1000 с. Реализация высокой чувствительности приборов дифференциально-термического анализа (ДТА) требует больших значений термического сопротивления тепловому потоку  $R$ . Возможности ДТА существенно ограничивает большая инерционность измерений и, вследствие этого, низкая разрешающая способность. Инерционность определяется постоянной времени калориметрической камеры  $\tau = RC_{об}$ : чем меньше ее значение, тем точнее регистрируется термическое поведение образца с теплоемкостью  $C_{об}$ . Однако для высокой чувствительности ДТА требуется большое тепловое сопротивление  $R$ , что несовместимо с требованием быстродействия и высокой разрешающей способности [3-5]. Из теоретического рассмотрения изменения энтальпии процесса в методе ДСК, следуют пути оптимизации термического анализа. Во-первых, необходимо максимальное уменьшение термических масс камер образца и эталона, т.е. термического сопротивления, во-вторых, необходимо использовать чрезвычайно малые по массе образцы  $\leq 1$  мг; что может существенно увеличить разрешающую способность и информативность ДСК. В противном случае, при решении тонких физических задач "размытый" полезный сигнал будет ограничиваться уровнем шумов электронных устройств. В-третьих, мгновенно выделяющаяся теплота, может быть зарегистрирована калориметром, если его постоянная времени того же порядка, либо еще меньше времени выделения тепла. Для достижения постоянной времени калориметра порядка миллисекунд, расстояние между источником теплоты и датчиком температуры должно составлять доли миллиметра [3-5].

Несмотря на то, что анизотропия термоэлектрических свойств известна с конца XIX века, использование анизотропных термоэлементов в качестве сенсоров в микрокалориметрах началась сравнительно недавно [6-16]. Коэффициент термо-ЭДС в анизотропной среде описывается тензором второго ранга, а дифференциальная термо-ЭДС зависит от направления в кристалле. В висмуте тензор термо-ЭДС имеет два компонента: один из которых  $\alpha_{33}$  направлен вдоль тригональной оси симметрии  $C_3$  и составляет 100 мкВ/К, а перпендикулярный к ней компонент  $\alpha_{11}$  имеет значение примерно 50 мкВ/К (рис.1). Анизотропия термо-ЭДС в висмуте  $K = \alpha_{33} / \alpha_{11} = 2$ , а  $\alpha_{33} - \alpha_{11} = 50$  мкВ/К.

Если в рассматриваемой пластине плоскость (111) направлена к плоскости основания под углом  $\theta$ , а тепловой поток  $P$  пронизывает пластину так, что градиент температуры  $\nabla T$  направлен по оси  $Z$ , то вдоль оси  $X$  возникает электродвижущая сила, обусловленная анизотропией.

$$\varepsilon = \frac{\alpha_{33} - \alpha_{11}}{2\sigma} \cdot \sin 2\theta \cdot \frac{P}{\lambda_{33} \sin^2 \theta + \lambda_{11} \cos^2 \theta} \quad (1)$$

где  $v$  - ширина пластины,  $\lambda = \lambda_{33} \sin^2 \theta + \lambda_{11} \cos^2 \theta$  - значение теплопроводности.

Таким образом, пластина из анизотропного кристалла, вырезанная под углом  $\theta$  к главной оси симметрии, представляет собой анизотропный термоэлемент, ЭДС которого определяется выражением (1). Следует отметить, что анизотропный термоэлемент, используемый как сенсор в микрокалориметре, характеризуется вольтваттной чувствительностью  $\left( S_0 = \frac{\varepsilon}{P} \right)$ .

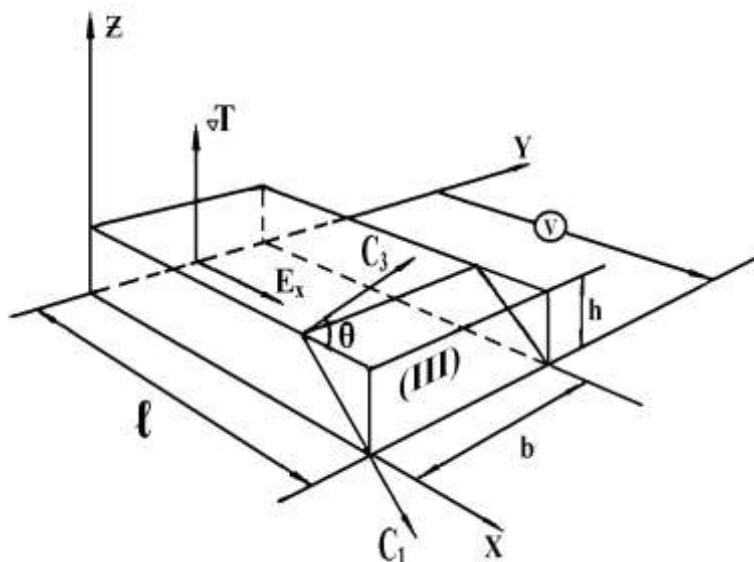


Рис. 1 Анизотропный термоэлемент

Вольтваттная чувствительность анизотропного термоэлемента:

$$S_0 = \frac{(\alpha_{33} - \alpha_{11}) \sin 2\theta}{(\lambda_{33} \sin^2 \theta + \lambda_{11} \cos^2 \theta) 2b} \quad (2)$$

достигает максимума при условии  $\theta = \arctg \sqrt{\frac{\lambda_{33}}{\lambda_{11}}}$  (3)

что следует из условия  $\frac{\partial S_0}{\partial \theta} = 0$ . Угол  $\theta$  в интервале  $80 \div 300$  К изменяется незначительно от  $41$  до  $38^\circ$ , поэтому целесообразно выбирать  $\theta = 41^\circ$ , учитывая падение вольтваттной чувствительности за счет увеличения коэффициентов теплопроводности. Кроме выбора оптимального угла  $\theta$ , из формулы (2) также следует, что  $S_0$  можно еще увеличить, применяя узкие термоэлементы.

Исходя из реальных условий сборки, резки, полировки при изготовлении термоэлектрического контура следует принять оптимальную ширину АТЭ из висмута порядка  $0,25 \div 0,3$  мм. Для оценки расчета  $S_0$ , можно положить  $\theta = 45^\circ$ ,

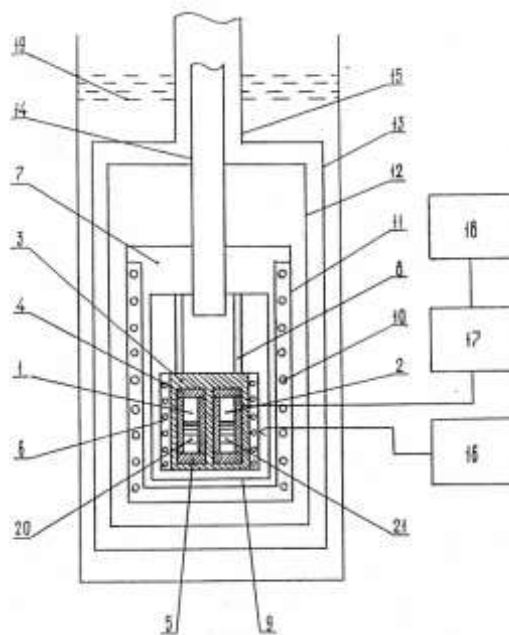
тогда соотношение (2) упрощается и принимает вид:  $S_0 = \frac{\alpha_{33} - \alpha_{11}}{\lambda_{33} + \lambda_{11}} \cdot \frac{1}{b}$  (4)

Для расчета  $S_0$ , положим:  $\Delta\alpha = \alpha_{33} - \alpha_{11} = 5 \cdot 10^{-5}$  В/К,  $\lambda_{33} + \lambda_{11} = 13$  Вт/м·К и с учетом оптимальной ширины АТЭ для вольтваттной чувствительности АТЭ получается величина порядка 15 мВ/Вт. Постоянная времени АТЭ при толщине термоэлемента ( $h$ ), равной 0,25 мм составит  $3 \cdot 10^{-2}$  с.

Из качественно выращенного монокристалла висмута с наклоном оси  $\langle 111 \rangle \sim 40^\circ$  по отношению к продольной оси слитка электроискровой резкой были изготовлены пластины размером (15x20x0,3) мм<sup>3</sup>, ориентированные так, чтобы из них можно было получить АТЭ длиной 15 мм, с наклоном оси  $\langle 111 \rangle$  к продольной оси рабочей грани  $\sim 40^\circ$ . Далее полученные пластины с целью удаления окислов и микродефектов, а также выявления микроструктуры, образовавшейся на поверхности пластин, были подвергнуты химической полировке в растворе азотной и уксусной кислоты, с последующей промывкой в кипящей дистиллированной воде. После визуальной отбраковки под микроскопом пластины спаивались в пакет по совпадающим размерам и препарировались на электроискровой резке на одиночные АТЭ с геометрическими размерами (15x0,25x0,25) мм<sup>3</sup>.

Несущая конструкция сенсора - контейнер. Было изготовлено два одинаковых контейнера, в форме полого прямоугольного параллелепипеда из медного стержня электроискровой резкой. Внутренние геометрические размеры контейнеров составили (10x3x3) мм<sup>3</sup> с толщиной стенок 0,15 мм. После химической доводки контейнеров до равной массы 100 мг, их внешняя поверхность была изолирована 50 мкм слюдой, исключаяющей короткое замыкание АТЭ через рабочие грани. Вся сборка производилась под микроскопом МБС-9 при увеличении  $28\times$ . Приклеивание одиночных АТЭ с учетом термоэлектрической полярности, определяемой оптическим методом, на внешнюю поверхность контейнеров и склеивание между собой производилось клеем БФ-6. Изоляция АТЭ друг от друга осуществлялась полосками конденсаторной бумаги толщиной 5 мкм, ширина и длина полоски соответствовали размерам АТЭ. Плотность упаковки АТЭ на каждой грани параллелепипеда составила 12-13 элементов. Проверка изоляции после просушки показала, что её сопротивление, как правило, было не менее  $10^8$  Ом. Торцы АТЭ, выступающие за габариты контейнера, удалялись микроскальпелем наклонно к плоскости контейнера и сразу же покрывались флюсом. Затем эти торцы соединялись между собой микропаяльником припоем  $Bi_{0,8}Pb_{0,2}$  ( $T_{\text{плав}} = 250^\circ\text{C}$ ) так, чтобы образующаяся в АТЭ ЭДС суммировалась, т.е. источники ЭДС (одиночные АТЭ) должны быть соединены последовательно. Схема устройства дифференциального микрокалориметра представлена на рис.2.





**Рис. 2** Схема устройства дифференциального микрокалориметра

1, 2 – ячейки; 3 – ядро-термостат; 4, 5 – сенсор из АТЭ; 6 – термометр сопротивления и нагреватель ядра; 7 – теплообменник; 8 – тонкостенные стальные трубки; 9 – тепловой экран; 10 – "фоновый" термометр сопротивления и нагреватель; 11 – тонкостенный экран; 12, 13 – съемные экраны; 14, 15 – коаксиальные трубки; 16-термопара с микровольтметром; 17 – ампервольтметр  $\Phi$ -30 или усилитель постоянного тока TR-1452 (метод ДСК); 18 – реверсивный счетчик  $\Phi$ -5007 или самописец (метод ДСК) 19 – жидкий азот; 20, 21 – эталонное и исследуемое вещество.

Калориметр имеет две измерительные ячейки (1,2) с прямоугольными реакционными камерами, окруженными последовательно включенными анизотропными термоэлементами. В полость цилиндрического ядра-термостата (3), выполненного из меди, помещены измерительные ячейки с сенсором из АТЭ (4, 5); при этом была обеспечена электроизоляция сенсора от стенок ядра. Ядро с измерительными ячейками и объемными крышками и доньшками с анизотропными термоэлементами плотно вставляются в тонкостенный медный цилиндр, на котором намотаны бифилярно термометр сопротивления RT и нагреватель RH (6), назначение которых - поддерживать нужную температуру. Для уменьшения стока тепла с ядра и притока его с теплообменника (7) за счет теплопроводности, ядро посредством пайки соединено с теплообменником тремя тонкостенными трубками из нержавеющей стали (8), внутри которых расположены токоведущие провода от ядра. На медный теплообменник (7) навинчивается медный тепловой экран (9).

Для обеспечения плавной регулировки температуры ядра применена ещё одна система стабилизации и управления температурой, включающая ещё один "фоновый" термометр сопротивления и "фоновый" нагреватель (10) с тонкостенным экраном (11). Соединение токовыводов "фонового" нагревателя



и термометра сопротивления осуществляется прижимными контактами, установленными через изоляционную прокладку на корпусе нагревателя, а ответная кольцевая микроплата - на основании теплообменника. Съёмные экраны (12,13) в виде стаканов и система тонкостенных коаксиальных трубок (14,15) обеспечивает стабильность температуры ядра, и позволяют создавать в микрокалориметре вакуум до  $10^{-4}$  Торр.

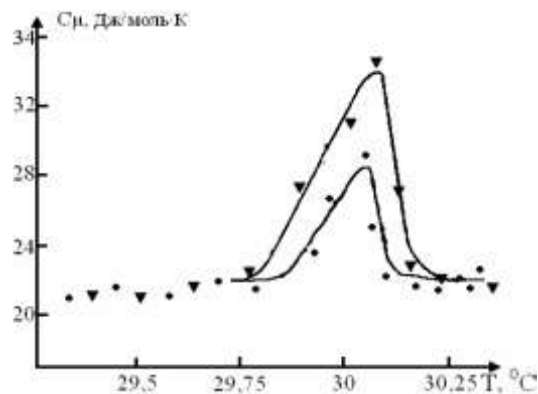
Схема стабилизации и управление температурой ядра калориметра обеспечивает максимальный температурный разогрев  $10^0$ /мин, при минимальном температурном шаге  $0,1^0$  при его стабильности  $\pm 0,01^0$ . Измерение температуры образца осуществлялось с помощью термопары медь - константан в диапазоне температур  $77 \div 400$  К (16). Низкие температуры на образце достигались погружением держателя микрокалориметра в жидкий азот (19), предварительно осуществив запаивание съёмных экранов (12, 13).

Генерируемый термоэлектрический сигнал с сенсоров, на которых размещаются исследуемый образец (20) и эталон (21) соответствует кривой  $\dot{q}(t)$ , которая непосредственно фиксируется на двухкоординатном самописце (18), например, ХУ – Recorder Endim 620.02 в функции температуры или времени. В случае необходимости применяется усилитель постоянного тока (17), например TR-1452 с уровнем шума 1 нВ, что обеспечивает максимальную чувствительность калориметрической установки на уровне 0,1 мкВт. Скорость изменения температуры образцов не более 1 град/мин, которая достигается программированным нагреванием оболочки калориметра (11) «фоновым» нагревателем (10), а плавное охлаждение держателя калориметра производится обдуванием парами жидкого азота, скорость испарения которых регулируется автоматическим устройством. Сбор данных с электроизмерительных приборов и устройств и управление ими осуществляет ЭВМ класса IBM PC. Температура ядра калориметра вычисляется из значения ЭДС калиброванной термопары медь-константан, измеряемой ампервольтметром В7-21, и сравнивается с заданной температурной программой. Величина ошибки преобразуется в управляющее воздействие на нагреватель оболочки калориметра или нагреватель, обеспечивающий испарение жидкого азота из сосуда Дьюара.

Используя дифференциальный микрокалориметр на АТЭ из висмута с быстродействием  $\sim 10^{-2}$  с и чувствительностью  $S_0 = 15$  мВ/Вт, исследовалась температурная зависимость теплоемкости монокристаллов арсенида галлия, легированных теллуром или селеном, выращенных методом Чохральского из-под слоя флюса. Монокристаллы GaAs выращивались в институте ГИРЕДМЕТ (г.Москва). Образцы вырезались в форме прямоугольного параллелепипеда с геометрическими размерами  $(10 \times 3 \times 3)$  мм<sup>3</sup>.

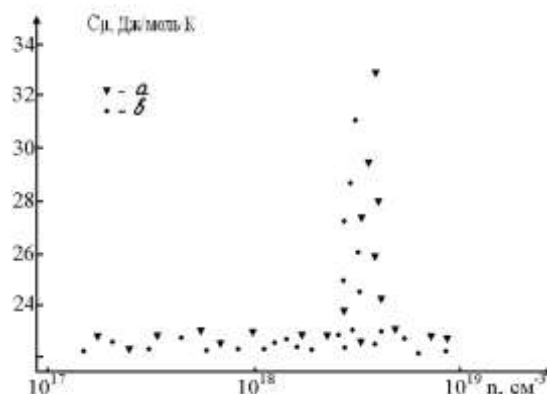
Исследования теплоемкости проводились в области температур плавления галлиевых включений, которая составляет  $29,78^0$  С. При наличии галлиевых включений в арсениде галлия, в момент плавления этих включений, дополнительно поглощается теплота, фиксируя это приращение теплоты можно определить их объемное содержание [6]. На рис. 3. в качестве примера

приведены температурные зависимости теплоемкости GaAs:Te, GaAs:Se с концентрацией носителей  $n = 4 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  и  $n = 3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ , соответственно. Температурные особенности теплоемкости при  $+30^\circ \text{C}$  обусловлены фазовым переходом первого рода, на это указывает гистерезис, связанный с явлением переохлаждения. Увеличение перегрева  $T_{\text{II}}$  приводит к плавному уменьшению  $T_{\text{кр}}$  до  $+5^\circ \text{C}$ . Так как температура плавления галлия составляет  $+29,78^\circ \text{C}$ , следовательно, аномальное поведение теплоемкости связано с наличием микровключений галлия, абсолютная и относительная чувствительность которых находится на уровне  $10^{-5} \text{ г}$  и  $10^{-2} \%$  соответственно. Кристаллизация микровключений галлия, имеющая взрывной характер, наблюдается при температурах меньших, чем в случае их плавления. Это характеризует явление переохлаждения и структурные превращения в расплаве: при его охлаждении атомам вновь необходимо перестроиться в кластеры с ближним порядком, присущим ромбоэдрической сингонии, аналогичной структуре твердой фазы галлия. Формирование таких кластеров идет до некоторой температуры, при которой, по-видимому, происходит их быстрая коагуляция, сопровождающаяся взрывной кристаллизацией.



**Рис. 3 Температурная зависимость молярной теплоёмкости ( $C_{\mu}$ ) арсенида галлия, легированного теллуром ( $\blacktriangledown$ ) и селеном ( $\bullet$ ), с концентрацией электронов  $n = 4 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  и  $n = 3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  соответственно**

Аномалии теплоемкости легированного арсенида галлия при температуре  $30^\circ \text{C}$  аналогичны по форме, но отличаются величиной скачков над уровнем нормального значения. Калориметрическими исследованиями установлена взаимосвязь между наличием галлиевых включений и уровнем легирования (рис. 4.).



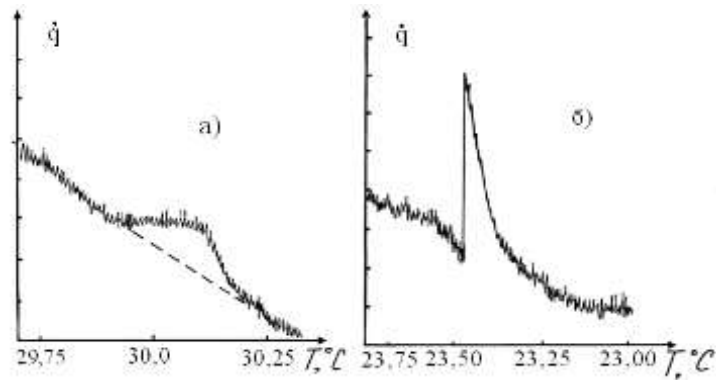
**Рис. 4** Зависимость молярной теплоемкости арсенида галлия, легированного теллуром (а) и селеном (б), при температуре 30<sup>0</sup> С, от концентрации электронов

Полученная зависимость молярной теплоемкости арсенида галлия, легированного теллуром и селеном, при температуре + 30<sup>0</sup> С, от концентрации электронов указывает на то, что при уровне легирования  $n = (2 \div 4) \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  в данных системах могут присутствовать включения галлия, абсолютная и относительная чувствительность которых находится на уровне  $(10^{-5}-10^{-6}) \text{ г}$  и  $(10^{-2}-10^{-3}) \%$ , соответственно [17-27].

Более перспективной методикой определения содержания галлиевых включений является дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК). Данный метод включает измерение дифференциального теплового потока при непрерывном уменьшении температуры, при этом измерение дифференциального теплового потока осуществляется при условии  $\tau_{\text{яч}} \leq \tau_{\text{крист}}$ , где  $\tau_{\text{яч}}$  - быстродействие калориметра (ячейки),  $\tau_{\text{крист}}$  – время кристаллизации включений [7].

Объемный кристаллический галлий может существовать в нескольких метастабильных модификациях, из которых при нормальном давлении устойчивы  $\alpha$ -модификации, образующаяся при 303 К, и  $\beta$ -модификация, в которую кристаллизуется переохлажденный расплав. Калориметрическими измерениями обнаружено фазовое превращение между  $\alpha$  и  $\beta$ -модификациями галлия, находящегося во включениях микронных размеров в матрице GaAs.

На рис. 5. показано фазовое превращение в  $\alpha$ -галлии при изменении температуры образца. При плавлении и кристаллизации на температурной зависимости потока тепловой мощности наблюдаются характерные аномалии, а именно, при температуре +30<sup>0</sup> С наблюдается плавление галлия (а), а взрывной кристаллизации соответствует пик + 23,5<sup>0</sup> С (б), т.е. наблюдается переохлаждение.



**Рис. 5** Термограмма GaAs:Te (кривые ДСК соответствуют плавлению (а) и кристаллизации (б) микровключений галлия). Условия эксперимента: масса образца  $\approx 50$  мг; скорость нагревания  $v = 0,5$  град/мин; скорость охлаждения  $v = 1$  град/мин

Изобретение [23] относится к термическому анализу веществ и может быть использовано для определения содержания металлических веществ в полупроводниковых материалах.

Известный способ дифференциально-термического анализа (ДТА), заключающийся в измерении разности температур в исследуемом образце и эталоне при непрерывном изменении температуры, в аналитической практике не применим, так как существенным недостатком метода является низкая относительная и абсолютная чувствительность примеси на уровне 1% и  $10^{-5}$  г, соответственно [2].

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является, выбранный нами в качестве прототипа, способ определения содержания примеси в веществах, включающих измерение дифференциального теплового потока при непрерывном уменьшении температуры, в режиме дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК), при этом содержание примеси определяют по величине скачков на этой зависимости при кристаллизации примеси [7].

В качестве сенсора (тепломера) использована батарея из анизотропных термоэлементов (АТЭ) из висмута. Измерение дифференциального теплового потока осуществляется при условии  $\tau_{\text{яч.}} \leq \tau_{\text{крист.}} = 10^{-2}$  с, где  $\tau_{\text{яч.}}$  - быстродействие ячейки калориметра,  $\tau_{\text{крист.}}$  - время кристаллизации включений. Это условие достигается, во-первых, тем, что минимально возможная толщина отдельных сенсоров на основе АТЭ из висмута выбирается в пределах 100-150 мкм, что приводит к быстродействию ячейки калориметра в границах  $5 \cdot 10^{-3}$ - $10^{-2}$  с, соответственно. Во-вторых, использованы медные контейнеры, массой  $\approx 100$  мг, на которых с внешней стороны, размещаются сенсорные батареи из АТЭ.

Недостатками способа [7] является то, что, во-первых, использованы объемные калориметрические камеры размерами  $(1 \times 0,3 \times 0,3)$  см<sup>3</sup>, поэтому по этим же параметрам готовились образец и эталон в виде цельного параллелепипеда, объемом  $\approx 0,09$  см<sup>3</sup>, вследствие этого их масса составляет значительную величину  $\approx 400$  мг. Во-вторых, в прототипе нет научного анализа

температурного поведения примеси (включений), поэтому в исследуемом полупроводнике арсенида галлия рассматривается только  $\alpha$ -модификация микровключений галлия. В-третьих, использование сложной калориметрической системы, предусматривающей традиционный нагрев и охлаждение, а именно спиральные нагреватели и криогенная жидкость (жидкий азот), ведет к повышению «фонового» уровня сигнала с АТЭ и поэтому регистрация полезного сигнала в «тонких» чувствительных экспериментах может быть затруднена.

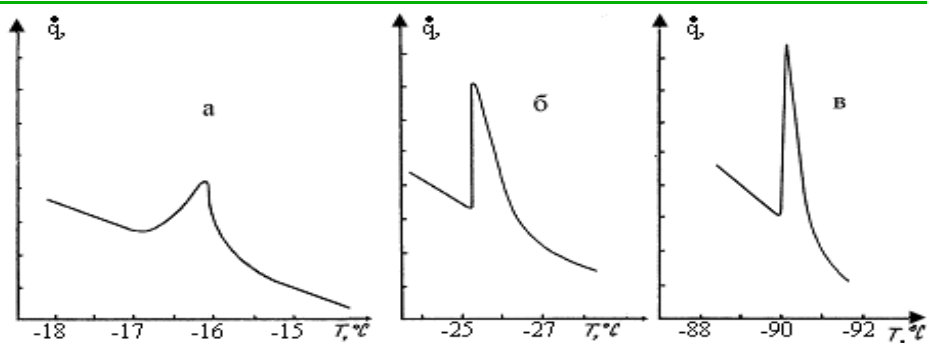
Целью изобретения [23] является повышение чувствительности и упрощение способа при определении содержания металлических микровключений в полупроводниках.

Это достигается способом, включающим охлаждение предварительно нагретых исследуемого и эталонного веществ, помещенных на сенсорах из АТЭ с термоэлектрическими свойствами. Измеряется дифференциальный тепловой поток от температуры и по величине скачков на этой зависимости определяется содержание включений. В предлагаемом способе используется полупроводник арсенида галлия, имеющий галлиевые включения.

Объемный кристаллический галлий может существовать в нескольких метастабильных модификациях, из которых при нормальном давлении устойчива  $\alpha$ -модификация, образующаяся при  $30^{\circ}\text{C}$ , и  $\beta$ -модификация, в которую кристаллизуется переохлажденный расплав.

Предлагаемый способ поясняется чертежами, где на рис.6 - фазовые превращения в  $\beta$ -Ga: а) плавление, б) кристаллизация, в) переход  $\beta$ -Ga в  $\alpha$ -Ga; на рис.7 - дифференциальный микроваттметр с термоэлектрическим охлаждением; на рис.8 – теплограмма GaAs (пики на кривой соответствуют кристаллизации микровключений  $\beta$ -галлия).

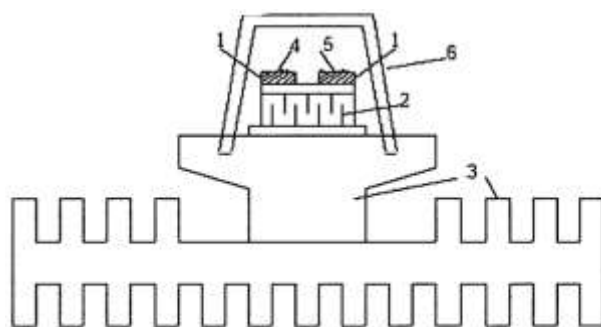
В предлагаемом способе переход включений галлия из стабильной  $\alpha$ -фазы в метастабильную  $\beta$ -фазу осуществляется воздействием инфракрасных лазеров с длинами волн 1,06 мкм либо 10,6 мкм. Принципиального различия между структурами галлия, полученными лазерами с разными длинами волн, нет. Это свидетельствует о том, что основную роль при образовании  $\beta$ -фазы играет высокая скорость закалки расплава галлия. Действительно, при воздействии лазерного излучения, температура арсенида галлия за (1-5) секунд повышается на 100-200 градусов выше температуры плавления (в зависимости от условий облучения) примерно с такой же скоростью идет и его охлаждение. Температура плавления галлия в  $\beta$ -фазе составила  $-16^{\circ}\text{C}$  (рис.6а). Температура кристаллизации  $\beta$ -модификации ( $-25^{\circ}\text{C}$ ) не зависит от температуры перегрева арсенида галлия лазерным лучом и наблюдается явление переохлаждения (рис.6б). Кроме пиков, связанных с плавлением и кристаллизацией  $\beta$ -галлия, обнаружена низкотемпературная аномалия при  $-90^{\circ}\text{C}$ , сопровождающаяся выделением теплоты и обусловленная обратным превращением галлия из  $\beta$ - в  $\alpha$ -модификацию (рис.6в).



**Рис. 6** Теплограммы в  $\beta$  – Ga:  
а) плавление, б) кристаллизация, в)  $\beta$  – Ga-  $\alpha$  – Ga переход

Реализация термического анализа веществ по прототипу с использованием дифференциального быстродействующего микрокалориметра в режиме ДСК в производимых условиях сопряжена с некоторыми техническими трудностями, к тому же по методическим причинам чувствительность и разрешение анализа выше при массах анализируемого вещества  $\leq 1$  мг, т.е. нет необходимости иметь объемную калориметрическую ячейку. Поэтому для достижения поставленной цели необходимо применение дифференциального быстродействующего ( $\tau=10^{-2}$  с) микроваттметра на основе АТЭ из висмута с термоэлектрическим охлаждением.

Схема устройства дифференциального микроваттметра с термоэлектрическим охлаждением представлена на рис.7.



**Рис. 7** Дифференциальный микроваттметр с термоэлектрическим охлаждением

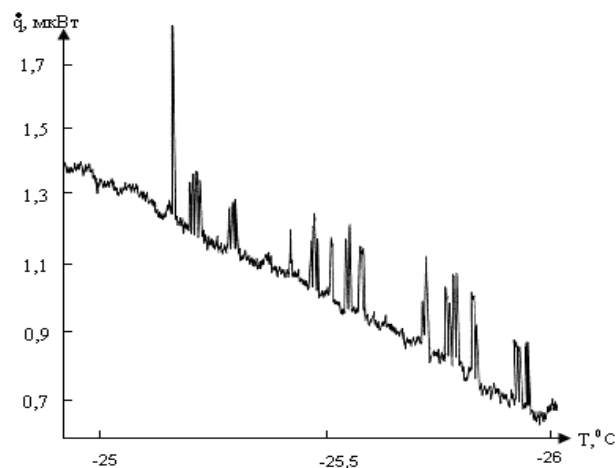
Прибор состоит из двух сенсорных (тепломерных) площадок  $6 \times 10$  мм<sup>2</sup> на основе последовательно включенных АТЭ из висмута. Сенсоры 1 размещены на рабочей поверхности ( $S=10 \times 30$  мм<sup>2</sup>) многокаскадного микрохолодильника 2, вторая поверхность которого размещена на термостате 3, находящимся в тепловом контакте с окружающей средой. Многокаскадный микрохолодильник 2 представляет собой термоэлектрическую батарею из р и n-ветвей на основе



теллурида висмута; возможно применение серийно выпускаемых термоэлектрических охладителей. Применение термоэлектрического охлаждения обеспечивает охлаждение исследуемого объекта 4 и эталона 5, до  $-100^{\circ}\text{C}$ . Предусмотрена возможность проведения исследований в вакууме: в термостате 3 имеется сквозное отверстие для откачивания системы до давления  $10^{-2}$  мм рт. ст., а в верхней части прибора через тефлоновую прокладку установлена стеклянная колба 6. На задней панели термостата 3 через разъем выведены электрические элементы прибора.

Генерируемый термоэлектрический сигнал с сенсоров 1, на которых размещаются исследуемый образец 4 и эталон 5, соответствует кривой  $dq/dt$ , которая непосредственно фиксируется на двухкоординатном самописце, например XY-Recorderendim 620/02 от температуры. Скорость изменения температуры образцов 4 и 5 не более  $\leq 1$  град/мин. В случае необходимости применяется усилитель постоянного тока, например TR-1452 с уровнем шума  $\leq 0,01$  мкВ.

Термический анализ, основанный на ДСК с использованием АТЭ из висмута, способен обеспечить обнаружение микровключений галлия в арсениде галлия. Впервые экспериментально показано, что разрешение теплового спектра при термическом анализе сравнимо по чувствительности с результатами спектрального анализа. При  $\text{GaAs} \approx 1$  мг, приготовленного в виде порошка, дисперсность которого  $\approx 0,1$  мг, зарегистрированы отклики при кристаллизации микровключений  $\beta$ -галлия (рис.8) на уровне  $\approx 0,15$  мкВт, что соответствует массе галлия  $10^{-10}$  г при относительной чувствительности  $10^{-5}\%$ .



**Рис. 8 Теплограмма GaAs: Te (пики на кривой ДСК соответствуют кристаллизации микровключений галлия). Условия эксперимента: масса пробы, приготовленной в виде порошка с дисперсностью  $\approx 0,1$  мг, равна  $\approx 1$  мг; скорость охлаждения  $v = 0,2$  град/мин**

Технический результат: способ позволяет достигнуть относительной чувствительности определения галлиевых микровключений на уровне  $10^{-5}\%$  и

абсолютной чувствительности  $10^{-10}$  г [23-27], что может быть использовано для контроля качества полупроводниковых материалов и управления технологией выращивания совершенных кристаллов.

Для определения стоимости изобретения и дальнейшей его коммерциализации необходимо применить Метод создания стоимости нематериальных активов [28].

При создании нематериального актива необходимо учитывать следующие затраты :

- на поисковые работы и разработку темы;
- на создание экспериментальных образцов;
- на услуги сторонних организаций (например, на выявление ОИС, за выдачу охранных документов);
- на уплату патентных пошлин (поддержание патента в силе);
- на создание конструкторско-технической, технологической, проектной документации;
- на составление и утверждение отчета.

**Таблица 1**

**Расчет стоимости изобретения (разработка быстродействующего микрокалориметра и исследования по термическому анализу веществ)**

Показатели	Сумма, руб.
1.Зр — стоимость разработки нематериального актива, (в денежн. ед.);	240000
1.1. Знир — затраты на проведение НИР (в денежн. ед.);	40000
Зп — затраты на поисковые работы, (в денежн. ед.);	40000
1.1.2 Зти — затраты на проведение теоретических исследований, (в денежн. ед.);	40000
1.1.3. Зэ — затраты на проведение экспериментов, (в денежн. ед.);	40000
1.1.4. Зо — затраты на составление, рассмотрение и утверждение отчета, (в денежн. ед.);	40000
1.1.5. Зи — затраты на проведение испытаний, (спец. оборудование);	20000
1.1.6. Здр — другие затраты, (материалы, сырье, комплектующие)	20000
Зктд — затраты на разработку конструкторско-технической, технологической и (или) проектной документации, связанные с созданием объекта, (в денежн. ед.);	110000
1.2.1 Зэп — затраты на выполнение эскизного проекта, (в денежн. ед.);	15000
1.2.2. Зтп — затраты на выполнение технического проекта, (в денежн. ед.);	15000

**РАЗВИТИЕ НАУКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ:  
ПРОБЛЕМЫ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ**

1.2.3 Зрп — затраты на выполнение рабочего проекта, (в денежн. ед.);	15000
1.2.4 Зр — затраты на выполнение расчетов, (в денежн. ед.);	15000
1.2.5 Зи — затраты на проведение испытаний, (в денежн. ед.);	15000
1.2.6 Зан — затраты на проведение авторского надзора, (в денежн. ед.);	20000
1.2.7 Зд — затраты на дизайн, (в денежн. ед.);	15000
Зпо — затраты на правовую охрану объекта, руб. (в денежн. ед.);	50 000
Р — рентабельность в %;	20
Кд — коэффициент дисконтирования, с помощью которого разновременные затраты приводятся к единому моменту времени;	0,84
Зс - сумма всех затрат, связанных с созданием и охраной нематериального актива, (в денежн. ед.)	403200
Кмс – коэффициент морального старения	0,9
Тд - срок действия охранного документа по состоянию на расчетный год	1
Тн — номинальный срок действия охранного документа	10
Кт — коэффициент технико-экономической значимости (определяется только для изобретений и полезных моделей);	2,5
Ки — коэффициент, отражающий процессы в i-м году, учитывается на основе динамики цен.	0,554
Со — стоимость объекта (нематериального актива)	502589

Стоимость объекта нематериального актива (разработка быстродействующего микрокалориметра и исследования по термическому анализу веществ) – 502589 рублей. Срок окупаемости проекта 1 год [29].

**ВЫВОДЫ:**

1. Проведен анализ технического уровня серийно выпускаемых калориметров и установлено, что для контроля степени чистоты веществ и обнаружения примеси требуется разработка теплофизических приборов, сочетающих быстродействие и чувствительность.

2. Разработаны критерии и требования к термическому анализу и анализируемым образцам. Установлено, что оптимальным методом для термического анализа веществ с высокой разрешающей способностью является ДСК с использованием малых навесок ( $m \approx 0,01$  мг.) и малых скоростей нагрева (0,1 - 1) град/мин.

3. Оптимизированы параметры АТЭ из висмута в качестве датчиков теплового потока: наклон главной оси симметрии должен составлять с плоскостью основания датчика угол  $\theta = 41^{\circ}$ , а его толщина и ширина - 0,25 мм.

4. Разработан и изготовлен дифференциальный микрокалориметр и дифференциальный микроваттметр на АТЭ из висмута, с параметрами, сочетающими высокую чувствительность (порог мощности  $10^{-7}$  Вт) с высоким быстродействием ( $10^{-2}$  с), превосходящим на два порядка параметры известных калориметров.

5. Установлено, что ТА веществ, основанный на ДСК с использованием АТЭ из висмута, способен обеспечить обнаружение микровключений в анализируемых системах. При пробе анализируемого вещества  $\approx 1$  мг достигнута относительная чувствительность определения галлиевых включений в арсениде галлия на уровне  $10^{-5}$  % при абсолютной чувствительности  $10^{-10}$  г. Получен патент на изобретение. Оценена стоимость проекта.

6. Установлена взаимосвязь между содержанием микровключений галлия в GaAs:Te и уровнем легирования, заключающаяся в том, что при концентрации свободных носителей заряда  $\geq 2 \cdot 10^{18}$  см<sup>-3</sup> в данной системе могут образовываться включения галлия, связанного с распадом твердого раствора.

7. С использованием разработанного калориметра обнаружены фазовые переходы между  $\alpha$  и  $\beta$  модификациями галлия и его расплавом, а также установлены области их температурной устойчивости.

### Список литературы

1. Берг Л.Г. Введение в термографию . - М.: Наука, -1969. - 395 с.
2. Уэндланд У. Термические методы анализа. - М.: Мир, -1978. - 526 с.
3. Топор Н.Д. , Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. - М.: МГУ, -1987. – 190 с.
4. Берштейн В.А., Егоров В.М. Дифференциальная сканирующая калориметрия в физикохимии полимеров . - Л.: Химия, -1990. - 256 с.
5. Хеммингер В., Хене Г. Теория и практика . - М.: Химия, -1990. - 176 с.
6. А.с. 1373142 СССР, МКИ G01 N25/02. Способ определения содержания инородных включений в твердых вещества // Шляхов А. Т. Балагурова Е.А, Греков Ю.Б., Дивин Н.П. Приоритет 31.03.86.
7. А.с. 1704050 СССР, МКИ G01 N25/02. Способ определения содержания примеси в веществах // Шляхов А.Т., Греков Ю.Б., Дивин Н.П., Ярославцев Н.П. Приоритет 06.06.89.
8. Шляхов А. Т. Влияние легирования на состав собственных структурных дефектов в арсениде галлия. // Автореф. дисс. к.ф.-м.н., Ленинград, 1990г.-16с.
9. Дивин Н.П. Физические основы управляемого выращивания монокристаллов висмута для анизотропных термоэлементов и их применение. // Автореф. дисс. к.ф.-м.н., Ленинград, 1982г.-14с.

10. Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Калориметрические исследования  $\alpha$  и  $\beta$  модификаций галлия // Научные исследования и подготовка специалистов в вузе. Выпуск 1.- АлНИ. Альметьевск, - 1997. - С.14-19.

11. Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Оптимизация термического анализа веществ. // Научные исследования и подготовка специалистов в вузе. Выпуск 2. / АлНИ. Альметьевск,-1999. - С.115-123.

12. Шляхов А.Т., Шляхова А.Г., Дивин Н.П. Дифференциальный микроваттметр с термоэлектрическим охлаждением. // Материалы НТК “АлНИ-2002”. / АлНИ. Альметьевск, - 2003. - С.141-142.

13. Дивин Н.П., Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Быстродействующий микрокалориметр // Материалы НТК “АлНИ-2002”. / АлНИ. Альметьевск, - 2003. - С.143.

14. Семиколенова Н.А., Чернуха О.Е., Шляхова А.Г., Шляхов А.Т. Оптимизация термического анализа веществ // Вестник Омского университета. - 2004. - №3. - С.54-56.

15. Шляхова А.Г., Дивин Н.П., Шляхов А.Т. Быстродействующий дифференциальный микрокалориметр // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. - 2005. - т.3. - С.225-235.

16. Шляхова А.Г. , Шляхов А.Т., Галимов Э.Р. Калориметрическое исследование включений матричного металла в GaAs: Te. // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. - 2006. - т.4. - С.423-432.

17. Шляхова А.Г. Дифференциально-сканирующая калориметрия для контроля качества арсенида галлия // Изв. ВУЗов: Проблемы энергетики. - 2006. - №11-12. - С.104-107.

18. Шляхова А.Г., Галимов Э.Р., Шляхов А.Т. Разработка высокочувствительных и быстродействующих калориметрических устройств для изучения тепловых процессов // Изв. ВУЗов: Проблемы энергетики -2007.- №3-4. -С. 125-129.

19. Шляхова А.Г., Быстродействующий калориметрический метод контроля примеси в полупроводниковых материалах // Дисс. канд. техн. наук. – Казань: КГЭУ, -2007 – 124с.

20. Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Анализ быстродействующего калориметрического метода измерения в применении к термическому анализу веществ. // Материалы научной сессии ученых по итогам 2007 года. - Альметьевск АГНИ -2008г. -С.264-271.

21. Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Калориметрический способ контроля качества полупроводниковых материалов. // Материалы научной сессии ученых Альметьевского государственного нефтяного института. Альметьевск -АГНИ - 2014 г.ч.2,-С. 92-93.

22. Shlyakhov A.T., Shlyakhova A.G. Calorimetric researches of phase transitions in crystal modifications of gallium // Eastern European Scientific Journal : Dusseldorf (Germany) – 2015, №2, -pp 145-150.

23. Патент на изобретение №2561335 (RU) Способ определения содержания металлических микровключений в полупроводниковых материалах

// Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Приоритет: 24.03.14. Опубликовано: 27.08.15. Бюл.№24

24. Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Термический анализ веществ: история разработок авторских изобретений. //Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. -2015.том.14. -С. 292-311.

25. Шляхов А.Т., Шляхова А.Г. Перспективы внедрения патента на изобретение №2561335 // Материалы научно сессии ученых . Альметьевского государственного нефтяного института. Альметьевск АГНИ -2016- г.ч.2,-С. 83-85.

26. Шляхова А.Г., Шляхов А.Т. Термический анализ веществ: идеи, реализации, результаты.//Научно-технический вестник Поволжья. -2018.-№3.-С. 33-36.

27. Шляхова А.Г., Шляхов А.Т. , Гайнулова Л.А. Анализ быстродействия и чувствительности термоэлементов для термического анализа веществ. //Научно-технический вестник Поволжья.- 2019-.№3.-С. 91-94.

28. Найденов Л.И. Оценка стоимости нематериальных активов.- Казань.: Познание, -2009.-208с.

29. Шляхова А.Г., Шляхов А.Т., Биктимирова Х.С., Магдеева М.Р.//Технико-экономическое обоснование патента на изобретение № 2561335 (RU) Научно-технический вестник Поволжья.- 2018- №11- С.178-181.



УДК 004.94

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА

**Осипов Геннадий Сергеевич**  
д.т.н., зав кафедрой информатики  
**Вашакидзе Нателла Семёновна**

доцент

ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»

**Аннотация:** приведена методология комплексного исследования систем массового обслуживания смешанного типа, предложено математическое описание задачи моделирования. Формальные зависимости математической модели реализованы и апробированы в системах символьной математики *Wolfram Mathematica* и имитационного моделирования *AnyLogic*.

**Ключевые слова:** система массового обслуживания, ограничения по длине очереди и по времени ожидания, математическая модель, компьютерное и имитационное моделирование.

## COMPUTER MODELING OF QUEUING SYSTEMS OF MIXED TYPE

**Osipov Gennady Sergeyeovich**  
**Vashakidze Natella Semyonovna**

**Abstract:** the methodology of complex research of Queuing systems of the mixed type is given, the mathematical description of a problem of modeling is offered. Formal dependencies of the mathematical model are implemented and tested in the systems of symbolic mathematics *Wolfram Mathematica* and simulation modeling *AnyLogic*.

**Key words:** Queuing system, queue length and waiting time limits, mathematical model, computer and simulation modeling.

### **Введение.**

В настоящее время достижения цифровых технологий находят эффективное применение в различных отраслях науки и практической деятельности человека. Особую значимость, актуальность и весомость использования преимуществ цифровизации обеспечивает возможность в едином комплексе решать проблемы математического, компьютерного и имитационного моделирования сложных систем, что позволяет построить прогноз эволюции исследуемых систем и синтезировать программы оптимального управления их траекториями развития.

Особое место в кластере сложных систем занимают системы, ориентированные на взаимодействие, обслуживание и обеспечение

безопасности массовых потоков людей и техники, так называемых, систем массового обслуживания (СМО).

По характеру обслуживания заявок все системы массового обслуживания) делятся на три типа [1, 2]:

1. системы с отказами;
2. системы с ожиданием;
3. системы смешанного типа.

Системы смешанного типа в отличие от СМО с отказами [3] или ожиданием (неограниченной очередью) [4, 5, 6] существуют заявки, которые могут уйти из очереди, если длина очереди или время ожидания превысит некоторую критическую величину.

СМО с ограниченной длиной очереди или длительностью ожидания (пребывания заявок в очереди) занимают особое положение в иерархии семейства систем обслуживания. Связано это с тем, что такие системы используются в предметных областях, связанных с обеспечением безопасности жизнедеятельности человека, техносферной безопасности и оперативного реагирования на внешние и внутренние изменения.

В подобных системах недопустима задержка ожидания обслуживания заявки в очереди, что может привести к непоправимым последствиям, потере человеческих жизней, снижению качества, ценности и актуальности продукции как материальной, так и информационной.

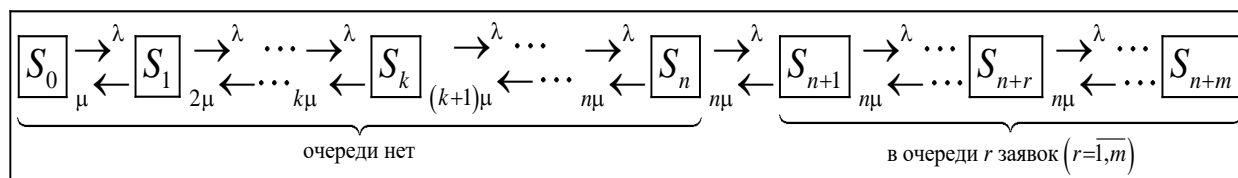
Целью настоящего исследования является отработка методологии математического, компьютерного и имитационного моделирования стратегически важных комбинированных (смешанного типа) СМО, для которых характерна сложность математической формализации и методов моделирования.

### 1.1. СМО с ограниченной длиной очереди.

#### 1.1.1. Структура и математическая модель.

Рассмотрим  $n$ -канальную СМО с ожиданием, на которую поступает поток заявок с интенсивностью  $\lambda$ ; интенсивность обслуживания  $\mu$  (для одного канала); максимально допустимое число мест в очереди  $m$ .

Граф состояний многоканальной СМО с ограничением на длину очереди приведен на рисунке 1.



**Рис. 1 Граф состояний СМО с ограничением на длину очереди**

У каждой стрелки проставлены соответствующие интенсивности потоков событий. Причем по стрелкам справа налево систему переводит поток

обслуживаний интенсивность которого равна  $\mu$ , умноженному на число занятых каналов.

Введем обозначение:

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$  – коэффициент загрузки системы – отношение интенсивности

входящего потока заявок к интенсивности их обслуживания в СМО.

В данном случае вероятность простоя каналов обслуживания при отсутствии заявок определится следующим образом:

$$p_0 = \left( 1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \left\{ \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} + \frac{\rho^{n+2}}{n^2 \cdot n!} + \dots + \frac{\rho^{n+m}}{n^m \cdot n!} \right\} \right)^{-1}.$$

Очевидно, слагаемое в фигурных скобках является убывающей геометрической прогрессией со знаменателем  $\frac{\rho}{n}$ , тогда

$$p_0 = \left( \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1} \left( 1 - \left( \frac{\rho}{n} \right)^m \right)}{n \cdot n! \left( 1 - \frac{\rho}{n} \right)} \right)^{-1}.$$

Выражения для предельных вероятностей состояний системы таковы:

$$p_k = \frac{\rho^k}{k!} p_0 \quad (k = \overline{1, n}); \quad p_{n+r} = \frac{\rho^{n+r}}{n^r \cdot n!} p_0 \quad (r = \overline{1, m}).$$

Соответственно, вероятность отказа в обслуживании (заняты все  $n$  каналов и длина очереди  $m$ )  $P_{\text{отк}} = p_{n+m} = \frac{\rho^{n+m}}{n^m n!} p_0$ , относительная пропускная способность системы  $Q = P_{\text{обс}} = 1 - P_{\text{отк}}$ , абсолютная пропускная способность  $A = \lambda Q$ , среднее число занятых обслуживанием каналов  $n_3 = \frac{A}{\mu}$ .

Получим формулу для вычисления среднего числа заявок в системе (длины очереди). Очевидно суммирование будет осуществляться с состояния  $S_{n+1}$ , когда в очереди одна заявка до состояния  $S_{n+m}$  в котором  $m$  заявок стоят в очереди.

$$L_{\text{оч}} = 1 \cdot p_{n+1} + 2 \cdot p_{n+2} + \dots + m \cdot p_{n+m} = p_0 \left[ 1 \cdot \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} + 2 \cdot \frac{\rho^{n+2}}{n^2 \cdot n!} + \dots + m \cdot \frac{\rho^{n+m}}{n^m \cdot n!} \right].$$

Для упрощения преобразований введём обозначение  $\varphi = \frac{\rho}{n}$  – интенсивность нагрузки канала, тогда:

$$L_{\text{оч}} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \left[ 1 + 2\varphi + 3\varphi^2 + \dots + m\varphi^{m-1} \right] = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \sum_{r=1}^m r \cdot \varphi^{r-1}.$$

Полученное выражение сведем к сумме производных от степенной функции интенсивности нагрузки канала и поменяем местами знаки суммы и производной:

$$\frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \sum_{r=1}^m r \cdot \varphi^{r-1} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \sum_{r=1}^m \frac{d}{d\varphi} \varphi^r = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{d}{d\varphi} \sum_{r=1}^m \varphi^r.$$

Далее выполнив дифференцирование суммы убывающей прогрессии со знаменателем  $\varphi$ , получим:

$$\frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{d}{d\varphi} \sum_{r=1}^m \varphi^r = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{d}{d\varphi} \frac{\varphi(1-\varphi^m)}{1-\varphi} = \frac{\rho^{n+1}}{n \cdot n!} p_0 \frac{1-\varphi^m(m+1-m\varphi)}{(1-\varphi)^2}.$$

Таким образом, окончательно, длина очереди найдется по следующей формуле:

$$L_{оч} = \frac{\rho^{n+1} p_0 \left[ 1 - \left( m + 1 - m \frac{\rho}{n} \right) \left( \frac{\rho}{n} \right)^m \right]}{n \cdot n! \left( 1 - \frac{\rho}{n} \right)^2}.$$

### 1.1.2. Компьютерное и имитационное моделирование.

Рассмотрим обобщенный пример [7]. Пусть в СМО с  $n=2$  каналами поступает входящий поток заявок с интенсивностью  $\lambda=0,8$ , продолжительность обслуживания заявки  $t_{обс}=2$ , предельно допустимая длина очереди  $m=3$ .

Компьютерное моделирование выполнялось в системе символьной математики *Wolfram Mathematica*. В таблице 1 приведен фрагмент модели, обеспечивающей вычисление параметров функционирования СМО по зависимостям ранее приведенной математической модели.

Таблица 1

**Фрагмент компьютерной модели**

Показатель	Формула и результат расчета
Вероятность простоя	$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n! (n-\rho)} \left( 1 - \left( \frac{\rho}{n} \right)^m \right)}$ 0.156775
Вероятность отказа	$P_{отк} = \frac{\rho^{n+m}}{n! n^m} P_0$ 0.102744
Относительная пропускная способность	$P_{обс} = 1 - P_{отк}$ 0.897256

**РАЗВИТИЕ НАУКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ:  
ПРОБЛЕМЫ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ**

Абсолютная пропускная способность	$A = P_{обс} \lambda$ 0.717805
Число занятых каналов	$n_3 = \rho P_{обс}$ 1.43561
Длина очереди	$L_{оч} = \frac{\rho^{n+1} (1 - (m+1) (\frac{\rho}{n})^m + m (\frac{\rho}{n})^{m+1})}{(n - \rho)^2 (n - 1)!} P_0$ 0.725631
Время пребывания в очереди	$t_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda}$ 0.907039
Число заявок в СМО	$L_{СМО} = L_{оч} + n_3$ 2.16124
Время пребывания в СМО	$t_{СМО} = t_{оч} + t_{обс}$ 2.90704

В таблице 2 приведены сравнительные показатели функционирования СМО при различной предельной длине очереди

**Таблица 2**

**Показатели функционирования СМО**

Показатель	$m = \infty$	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$	$m=5$
$p_0$	0,111	0,204	0,175	0,157	0,145	0,137
$P_{отк}$	0	0,209	0,143	0,103	0,076	0,057
$Q$	1	0,791	0,857	0,897	0,924	0,943
$A$	0,8	0,633	0,685	0,718	0,739	0,754
$n_3$	1,6	1,266	1,371	1,436	1,478	1,508
$L_{оч}$	2,844	0,209	0,465	0,726	0,974	1,205
$t_{оч}$	3,556	0,261	0,581	0,907	1,218	1,506
$t_{СМО}$	5,556	2,261	2,581	2,907	3,218	3,506

Очевидно ограничение по длине очереди приводит к увеличению вероятности того, что канал обслуживания свободен (простаивает) и отказа в обслуживании, но позволяет существенно снизить время пребывания заявки в системе.

В качестве инструментального средства для реализации имитационной модели использовалась аналитическая платформы *AnyLogic*, которая поддерживает все известные парадигмы имитационного моделирования, обеспечивает проведение оптимизационных экспериментов и параметрический анализ.

На рисунке 2 представлена принципиальная схема имитационной модели.

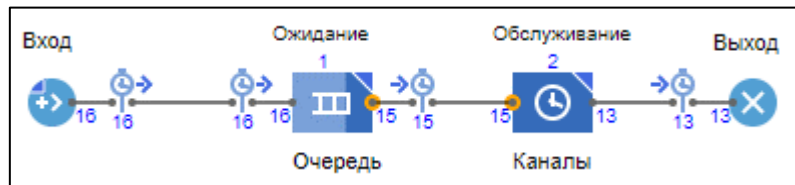


Рис. 2 Структура модели в среде *AnyLogic*

По представленной схеме в СМО поступило 16 заявок, одна из них ожидает в очереди, две находятся на обслуживании и 13 покинули систему после обслуживания.

Информация о характеристиках очереди в процессе имитации и их предельных значениях, найденных по математической модели, представлены на рисунке 3.

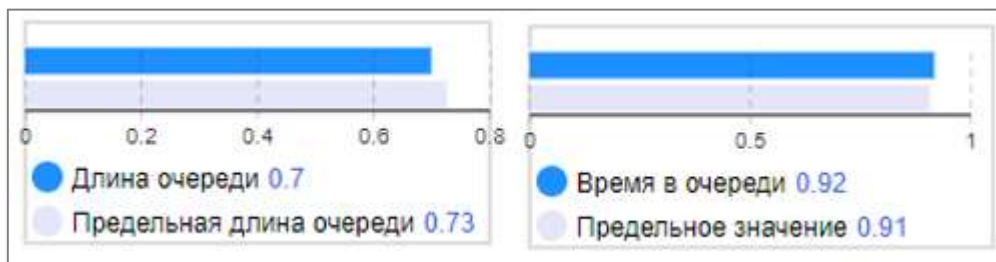


Рис. 3 Параметры очереди

На рисунке 4 приведены диаграммы изменения количества заявок, находящихся в очереди и на обслуживании

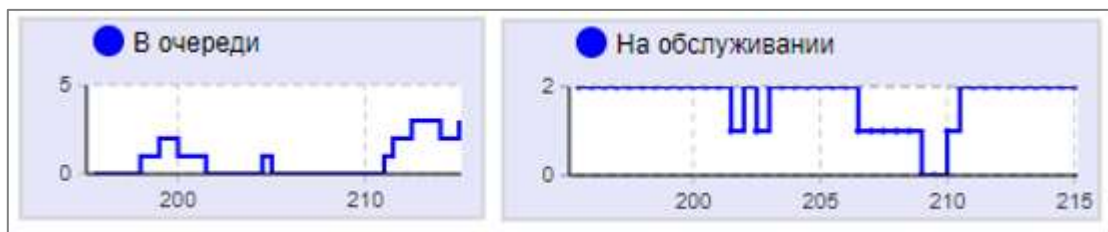
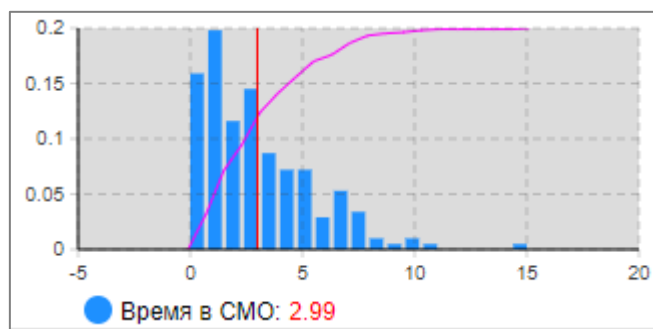


Рис. 4 Продолжительность пребывания в очереди и в СМО



Гистограмма распределения, и средняя продолжительность нахождения заявок в системе обслуживания представлены на рисунке 5.



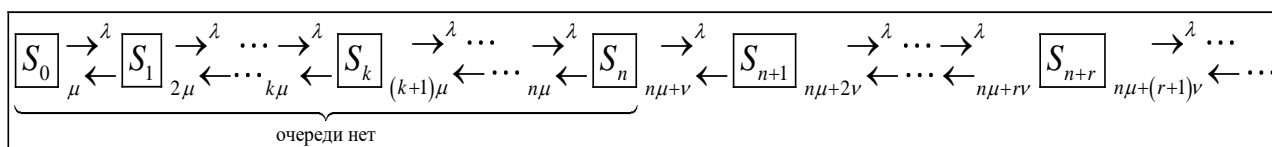
**Рис. 5** Продолжительность пребывания заявок в СМО

Очевидно, параметры функционирования, полученные в процессе имитации близки по величине к своим предельным значениям.

## 1.2. СМО с ограниченным временем ожидания.

### 1.2.1. Структура и математическая модель.

Для формализации описания функционирования систем с ограниченным временем ожидания их также удобно представлять в виде графа состояний, который в простейшем варианте является схемой гибели и размножения (см. рисунок 6.)



**Рис. 6** Граф состояний СМО с ограниченным временем ожидания

Здесь введены следующие обозначения:

$k = \overline{1, n}$  – число занятых каналов;

$r$  – число заявок, находящихся в очереди;

$v$  – интенсивность уходящего (из очереди, не дождавшись обслуживания) потока заявок;

Для систем с ограниченным временем ожидания предельные вероятности состояний определяются по следующим формулам:

$$p_k = \frac{\rho^k}{k!} p_0 \quad (k = \overline{1, n}); p_{n+r} = \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i \cdot \beta)} p_0,$$

где  $\beta = \frac{v}{\mu}$ ;

$$p_0 = \left( \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i\cdot\beta)} \right)^{-1}.$$

Исследуем последнюю формулу вероятности того, что система находится в состоянии  $S_0$  (все каналы свободны). Здесь второе слагаемое в скобках есть бесконечный ряд, который не является прогрессией, но его элементы быстро убывают с ростом их номера.

Представим бесконечную сумму в виде двух слагаемых, в первом учитывается конечное число  $(q-1)$  ее элементов, а второе (бесконечная сумма) – остаток.

$$\sum_{r=1}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i\cdot\beta)} = \sum_{r=1}^{q-1} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i\cdot\beta)} + \sum_{r=q}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i\cdot\beta)}.$$

Оценим остаток  $R$ , очевидно

$$R = \sum_{r=q}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i\cdot\beta)} < \sum_{r=q}^{\infty} \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r i\cdot\beta} = \sum_{r=q}^{\infty} \frac{(\rho/\beta)^r}{r!}.$$

Для суммы справа можно записать оценку сверху:

$$\frac{(\rho/\beta)^q}{q!} \left( 1 + \frac{\rho/\beta}{q+1} + \frac{(\rho/\beta)^2}{(q+1)(q+2)} + \dots \right) < \frac{(\rho/\beta)^q}{q!} \underbrace{\left( 1 + \frac{\rho/\beta}{1!} + \frac{(\rho/\beta)^2}{2!} + \dots \right)}_{e^{\rho/\beta}}.$$

Тогда  $R < \frac{(\rho/\beta)^q}{q!} e^{\rho/\beta}$  и, соответственно,

$$\frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=q}^{\infty} \frac{(\rho/\beta)^r}{r!} < \frac{\rho^n}{n!} \frac{(\rho/\beta)^q}{q!} e^{\rho/\beta}.$$

Длину очереди можно найти по формуле:

$$L_{\text{оч}} = \frac{\rho - n_3}{\beta},$$

где  $n_3 = \sum_{k=1}^{n-1} k p_k + n \left( 1 - \sum_{i=0}^{n-1} p_i \right)$  – среднее число занятых каналов.

Компьютерное и имитационное моделирование

Исследуем следующую задачу [8]. СМО состоит из  $n=3$  каналов, интенсивность входящего потока составляет  $\lambda=4$  заявок, интенсивность обслуживания на каждом из каналов  $\mu=2$  заявок. На основании статистических данных известна интенсивность досрочного ухода судов из очереди  $\nu=0,15$ .

В таблице 3 приведен фрагмент компьютерной модели, реализованной в системе символьной математики *Wolfram Mathematica*, обеспечивающей вычисление параметров функционирования СМО с ограниченным временем пребывания заявок в очереди при  $q = 15$ .

**Таблица 3**

**Фрагмент компьютерной модели**

Показатель	Формула и результат расчета
Вероятность простоя каналов	$P_0 = \left( \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^q \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i\beta)} \right)^{-1}$ <p style="text-align: center;">0.116531</p>
Число занятых каналов	$n_z = \sum_{k=1}^{n-1} k p_k + n \left( 1 - \sum_{i=0}^{n-1} p_i \right)$ <p style="text-align: center;">1.95122</p>
Длина очереди	$L_{оч} = \frac{\rho - n_z}{\beta}$ <p style="text-align: center;">0.650399</p>
Продолжительность пребывания в очереди	$t_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda}$ <p style="text-align: center;">0.1626</p>

Исследуем как изменятся основные показатели функционирования СМО при различных значениях  $q$  количества элементов, учитываемых в разложении для вероятности простоя системы (см. таблицу 4):

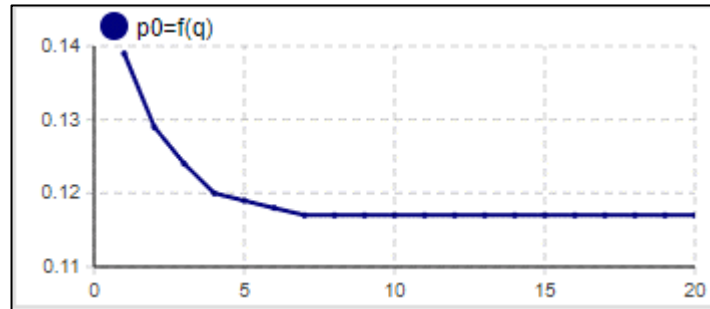
$$p_0 = \left( \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^q \frac{\rho^r}{\prod_{i=1}^r (n+i\beta)} \right)^{-1}$$

**Таблица 4**

**Предельные показатели функционирования СМО**

Показатель	$q$			
	5	10	15	20
$p_0$	0.119	0.117	0.117	0.117
$n_z$	1.931	1.950	1.951	1.951
$L_{оч}$	0.915	0.661	0.650	0.650
$t_{оч}$	0.229	0.165	0.163	0.163

На рисунке 7 представлен график изменения величины вероятности простоя каналов от числа членов  $q$ , используемых в разложении. Анализ данных, представленных в таблице 4 и на графике 7, позволяет сделать вывод о том, что величина остатка  $R$  в бесконечном ряде для вычисления вероятности простоя при  $q \geq 15$  остается практически неизменной, что влечет за собой стабилизацию значений и остальных параметров функционирования СМО.



**Рис. 7** Зависимость вероятности простоя от количества членов разложения

Имитационное моделирование СМО производилось в системе *AnyLogic*. На рисунке 8 представлена структура модели.



**Рис. 8** Структура модели в среде *AnyLogic*

На текущий период моделирования в систему поступило 42 заявки из них 34 покинули СМО после обслуживания, 3 ожидают в очереди, 3 находятся на обслуживании в канале и 2 покинули систему из-за превышения допустимого времени ожидания в очереди.

При  $q \geq 15$  расчетные и предельные показатели длины очереди становятся практически одинаковыми (см рисунок 9).

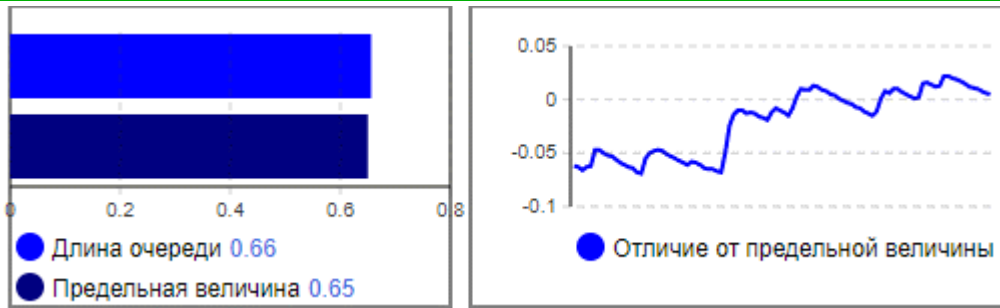


Рис. 9 Длина очереди и отклонение от предельного значения

На рисунке 10 приведена информация о среднем времени, проведенном заявками в очереди.

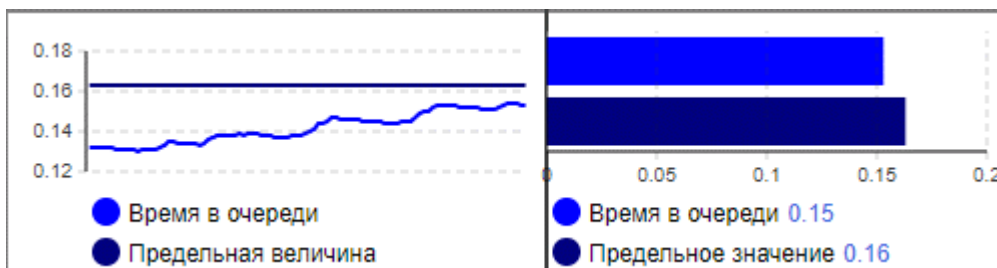


Рис. 10 Продолжительность пребывания заявок в очереди

Гистограммы распределения и средние значения продолжительности пребывания заявок в очереди и на обслуживании представлены на рисунке 11.

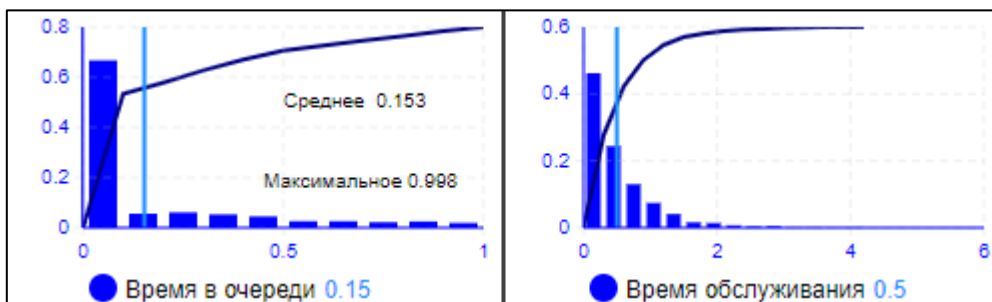


Рис. 11 Показатели времени в очереди и на обслуживании

### Выводы.

Разработанная математическая модель систем смешанного типа – с ограниченной длиной очереди и ограниченным периодом ожидания в очереди апробирована методами компьютерного и имитационного моделирования. Результаты имитационного моделирования подтверждают сходимость расчетных значений параметров функционирования систем к своим

предельным значениям, что подтверждает корректность полученных математических зависимостей.

### Список литературы

1. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1980. 208 с.
2. Осипов Г. С. Математическое и имитационное моделирование систем массового обслуживания. М.: ИД Академии Естествознания, 2017. 56 с. Режим доступа: <https://monographies.ru/ru/book/view?id=674> (дата обращения 16.11.2019). DOI: 10.17513/np.234
3. Осипов Г. С. Моделирование систем массового обслуживания с отказами // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. №11 (12). С. 154-165. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/osipov-g> (дата обращения 15.11.2016). DOI: 10.5281/zenodo.166801
4. Осипов Г. С. Одноканальные системы массового обслуживания с неограниченной очередью в *AnyLogic* // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. №8 (9). С. 92–95. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/osipov> (дата обращения 15.08.2016). DOI: 10.5281/zenodo.60245
5. Осипов Г. С. Оптимизация одноканальных систем массового обслуживания с неограниченной очередью // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. №9 (10). С. 63-71. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/osipov-gs> (дата обращения: 15.09.2016). DOI: 10.5281/zenodo.154304
6. Осипов Г. С. Исследование систем массового обслуживания с ожиданием в *AnyLogic* // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. №10 (11). С. 139-151. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/osipov-g-s> (дата обращения 16.11.2019). DOI: 10.5281/zenodo.161072.
7. Осипов Г. С. Системы массового обслуживания с ограниченной длительностью ожидания // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2016. № 12 (13). С. 28-36. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/osipov-g-1> (дата обращения: 15.12.2016). DOI: 10.5281/zenodo.204623
8. Осипов Г.С., Осипова Е.В. Исследование систем массового обслуживания с «нетерпеливыми» заявками. // В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ». Октябрь 2016 Сборник избранных статей. Ответственный за выпуск Л.А. Павлов. 2016. С. 41-44.

© Г.С. Осипов, Н.С. Вашакидзе 2019



УДК: 615.841

## МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ STM32 КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ПОРТАТИВНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСТРОЙСТВ

**Полиданов Максим Андреевич**  
**Блохин Игорь Сергеевич**  
**Поздняков Михаил Валерьевич**

старший преподаватель, к. ф.-м. н.

**Щербакова Ирина Викторовна**

старший преподаватель

Саратовский государственный медицинский  
Университет имени В. И. Разумовского

**Аннотация:** В настоящее время все большее применение в медицине для создания портативных устройств получают открытые для редактирования платформы разработки и утилиты от различных разработчиков. Широкий перечень утилит и систем для разработки находятся, к тому же в свободном доступе и с бесплатным программным обеспечением. В перечень входят продукты от компании ST, а также различные решения от сторонних производителей. Авторы статьи рассмотрели детально микроконтроллеры STM32 от компании stmicroelectronics, занимающей лидирующую позицию по выпуску микроконтроллерной продукции в мире и электронных компонентов в Европе.

**Ключевые слова:** Микроконтроллеры STM32, портативные медицинские устройства, компания ST, утилиты, электронные компоненты

## STM32 MICROCONTROLLERS AS THE BASIS FOR CREATING PORTABLE MEDICAL DEVICES

**Polidanov Maksim Andreevich**  
**Blokhin Igor Sergeevich**

**Abstract:** Recently, open-source development platforms and utilities from various developers have been gaining popularity used in medicine for creating portable devices. A large list of utilities and development systems are, moreover, freely available and with free software. The list includes products from ST, as well as various solutions from third-party manufacturers. The authors of the article examined in detail the STM32 microcontrollers from stmicroelectronics, a leading manufacturer of microcontroller products in the world and electronic components in Europe.

**Key words:** STM32 microcontrollers, portable medical devices, ST company, utilities, electronic components

Разработка и внедрение портативных электронных устройств – важное направление развития медицины. С этой точки зрения высокую актуальность приобретает проблема изготовления и(или) приобретения соответствующих электронных компонентов. Цель данной работы – обзор подобного рода компонентов, а именно микроконтроллеров, относящихся к семейству STM32.

Микроконтроллеры названного семейства производятся компанией STMicroelectronics начиная с 2007 года и объединяются в серии, каждая из которых базируется на одном и том же 32-битном ядре ARM, имеющим разные модификации: Cortex-M0, Cortex-M0+, Cortex-M3, Cortex-M4F, Cortex-M7F. На данный момент номенклатура контроллеров STM32 представляет собой перечень из более чем десяти серий. Каждая из серий обладает своими отличительными особенностями. На рисунке 1 приведен перечень микроконтроллеров компании STMicroelectronics, относящихся к семейству STM32.



Рис. 1 Серии микроконтроллеров STM32

Линейка микроконтроллеров STM32 постоянно расширяется, и та производительность, которая вчера казалась фантастикой, уже сегодня становится обыденностью. STM32 обладает огромным количеством моделей и насчитывает на данный момент более семисот представителей.

Благодаря такому многообразию каждый инженер, исходя из предъявляемых к будущему устройству требований, – уровня производительности, уровня интеграции, энергопотребления и/или стоимости, – может подобрать микроконтроллер с оптимальными характеристиками практически для любого приложения. Такая гарантия существенно важна (а во многих случаях и необходима) для изделий автомобильной и станкостроительной промышленности, где жизненный цикл разработок составляет от десяти до двадцати лет.

Если проводить аналогию с коммерческими отраслями, где цикл жизни электронных изделий составляет около пяти лет, то станет ясно, что если следовать критериям рынка коммерческих решений и, соответственно, прекращать выпуск компонентов, входящих в элементную базу, уже через 5 лет, то такие промышленные устройства, как станки ЧПУ, электропривод,

модули связи и так далее не смогут окупаться, не говоря уже о принесении прибыли.

Через 5 лет, в случае выхода из строя, также сложно будет устранить поломку (из-за отсутствия запасных частей) или найти аналогичную модель на замену. Среди иных преимуществ STM32: 1) Большой перечень утилит и систем для разработки, включающий в себя в том числе находящееся в свободном доступе бесплатное программное обеспечение. В перечень входят продукты от компании ST, а также различные решения от сторонних производителей.

Также в последнее время все большую популярность получают открытые для редактирования платформы разработки и утилиты от различных разработчиков, доступные для скачивания в сети. 2) Широкая поддержка со стороны производителя в информационной сфере: документация на продукты компании, руководства по применению, универсальные готовые решения, примеры подключения и т.д., а также тематические форумы и паблики, создаваемые самими пользователями. 3) ST предлагает большое количество плат для отладки и ознакомления с работой своих контроллеров: Nucleo, Discovery и Evaluation Boards. Отладочные платы этих семейств имеют приемлемую стоимость и обладают возможностью глубокого взаимодействия с программным обеспечением, поставляемым компанией. Также платы поддерживаются системами разработки ПО от сторонних производителей (Olimex, Keil, IAR и т.д.). На последнем пункте стоит заострить особое внимание: во многом популярность контроллеров производства ST, в частности – семейства STM32, обусловлена наличием возможности быстрого старта, который обеспечивается именно отладочными платами. Благодаря им пользователь может оперативно освоить работу контроллера, отладить свою программу и даже создать прототип будущего устройства. На данный момент произведено более одного миллиона отладочных комплектов, базирующихся на STM32. Упомянутые комплекты представляют собой часть платформы ODE (Open Development Environment). Данная платформа значительно облегчает процесс знакомства и последующей работы с контроллерами семейства STM32, а также с другими решениями компании ST, являющимися частью платформы.

**Средства отладки и разработки:** Средства отладки и разработки можно разделить на две основные группы: аппаратные и программные. Обе эти группы широко представлены компанией STMicroelectronics. К аппаратным средствам прежде всего относятся отладочные платы, которые так же, как и сами микроконтроллеры, на которых они базируются (в данном случае STM32), разделены на серии (рисунок 2).



Рис. 2 Серии отладочных плат на базе микроконтроллера STM32

На данный момент пользователю доступны более сотни различных отладочных комплектов трех основных групп: Nucleo, Discovery и Evaluation Boards, а также различные модули расширения для плат серии Nucleo и комплекты разработки от сторонних производителей.

**STM32 Nucleo:** Данная серия представляет собой набор отладочных плат производства компании STMicroelectronics, имеющих невысокую стоимость, но в то же время дающих пользователю возможность быстро, эффективно и с минимальными материальными затратами создавать прототипы, гибкие к изменению и добавлению нового функционала.

Сейчас на рынке представлено около тридцати комплектов отладочных плат Nucleo. Серия Nucleo включает в себя три линейки: Nucleo-32, Nucleo-64 и Nucleo-144, внешний вид и основные отличия в интерфейсах которых приведены на рисунке 3.

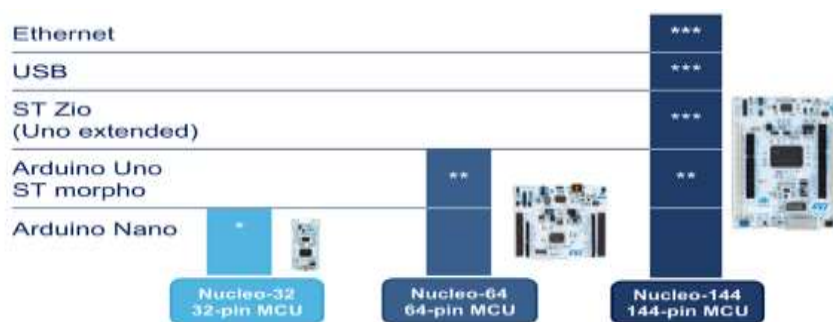


Рис. 3 Наборы отладочных плат Nucleo

Основным отличием между платами является количество выводов микроконтроллера. Имя серии Nucleo («ядро») также выбрано не случайно: эти платы имеют довольно ограниченный функционал при использовании их в автономной работе, они предназначены прежде всего для совместного использования с модулями расширения. При использовании модулей плата Nucleo является вычислительным ядром системы и основой построения всего решения. Платы Nucleo могут работать с модулями Arduino: Nucleo-32 совместимы с Arduino nano, Nucleo-64 и Nucleo-144 способны



взаимодействовать с Arduino UnoV3. Возможности плат Nucleo могут разительно отличаться в зависимости от группы. Например, Nucleo-32 и Nucleo-64 обладают только набором из базовых элементов (светодиоды индикации состояния и пользовательские, пользовательская кнопка, а также кнопка Reset) и встроенным в плату программатором-отладчиком ST-LINK, а Nucleo-144 имеет более расширенный функционал, включающий различные коммуникационные интерфейсы (Ethernet, USB и т.д.). Несмотря на общую технологию построения, платы серии Nucleo имеют различия, начиная от приведенного выше форм-фактора и встроенных интерфейсов и заканчивая используемым микроконтроллером (а значит и основными характеристиками платы), а также отличаются стоимостью, что немаловажно для разработчика. На рисунке 4 показана структура серии отладочных плат STM32 Nucleo, а по таблице 1 можно сравнить основные параметры используемых контроллеров. Благодаря большому разнообразию применяемых микроконтроллеров задача выбора отладочной платы для будущей разработки значительно упрощается.

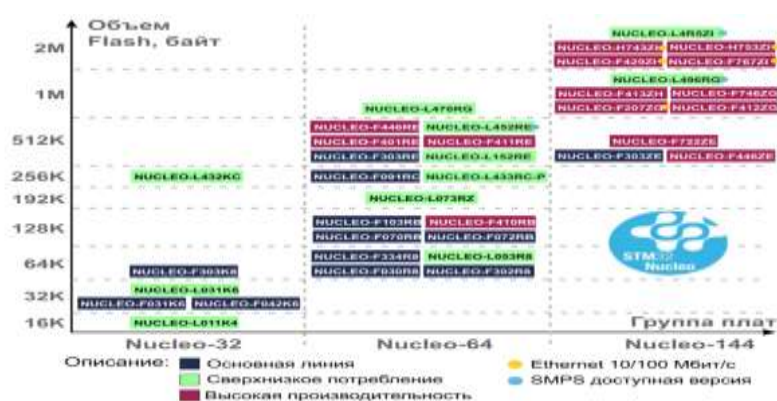


Рис. 4 Структура отладочных плат серии Nucleo

Как уже упоминалось ранее, функционал отладочных плат Nucleo в основном определен модулями расширения. Компания STMicroelectronics предлагает широкий перечень таких плат. Также возможно включение плат с поддержкой Arduino от сторонних производителей. Примером использования стандарта LoRa в продукции STMicroelectronics может служить плата расширения I-NUCLEO-LRWAN1, позволяющая пользователю в связке с отладочной платой Nucleo ознакомиться с процессами отладки и разработки устройств, способных работать согласно алгоритмам IoT, при этом используя технологию LoRa. Отладочные платы Nucleo являются наиболее эргономичным решением для построения прототипа устройства или изучения работы микроконтроллера, однако необходимость покупки дополнительных модулей, а также ограниченные возможности самих плат часто заставляют пользователей обратиться к другим решениям, включающим в себя более широкий набор встроенной периферии, таким как платы серии Discovery.

**Отладочные платы Discovery:** На сегодняшний день разработчику доступно более двадцати различных отладочных плат серии Discovery. Название серии, также, как и у плат Nucleo, имеет основополагающее значение

и в переводе значит «открытие». Платы Discovery предназначены прежде всего для простоты ознакомления разработчика с работой и устройством микроконтроллера, на основе которого построена плата, при минимальных затратах времени.

Платы Discovery – это законченное устройство, которое полностью готово к началу работы и имеет в составе всю необходимую для этого периферию: кнопки, светодиоды, штыревые колодки и т.д., а также инфраструктуру для демонстрации отличительных характеристик устройств. Помимо прочего, платы серии Discovery содержат разъемы расширения, позволяющие взаимодействовать с большинством выводов контроллера и расширять функциональные возможности платы путем подключения сторонних плат расширения. В комплекте с отладочной платой идет набор HAL-библиотек и комплект примеров программ для микроконтроллера, позволяющий еще больше упростить процесс разработки и написания программного кода. Несмотря на одинаковые принципы построения, каждая плата Discovery обладает своими особенностями. Например, отладочная плата Discovery на базе STM32F0 имеет в своем составе только стартовый набор периферии (плюс пара дополнительных кнопок), а плата Discovery на основе STM32F7 уже включает в себя достаточно большой перечень дополнительных элементов: цветной TFT-дисплей, USB, Ethernet и так далее, и обладает впечатляющим внешним видом (рисунок 5).



**Рис. 5 Отладочные платы Discovery**

Серия Discovery, как и Nucleo, имеет в своем составе программатор ST-LINK, интегрированный в саму отладочную плату, который может быть использован для программирования внешних устройств на базе контроллеров STM. Пользователь может взаимодействовать с выводами контроллера платы через разъемы на самой плате. Отладочная плата может быть запитана как от USB-разъема, так и от внешнего источника. Как правило, платы Discovery имеют в своем составе светодиоды индикации, отображающие состояние питания (включен или выключен на данный момент отладочный модуль), обмен данными и т.д., а также светодиоды, работающие согласно алгоритму программы пользователя, кнопку Reset и пользовательскую кнопку. Также платы имеют в своем составе различные датчики: микрофоны, акселерометры, гироскопы и т.д., а также дисплеи для визуализации и отображения информации, построенные по технологиям TFT, E-Ink, ЖКИ. Не так давно в



серию плат Discovery вошли платы с возможностью прямого подключения к облачным сервисам, поддержкой Lora и Sigfox и к тому же следующие новшества: камера 8 бит; USB с микро-AB; разъем для стереогарнитуры с аналоговым микрофонным входом; слот для карт памяти формата microSD. Для работы с облачными сервисами, LoRa и Sigfox, компанией STMicroelectronics были разработаны специальные расширения для среды STM32Cube: I-CUBE-LRWAN – расширение для работы с LoRa; X-CUBE-SFOX – расширение для работы с Sigfox; X-CUBE-CLOUD – расширение для работы и взаимодействия с сервисами, использующими облачную инфраструктуру, такими как Amazon Web Services, Microsoft Azure, IBM Watson и т.д. Discovery является широко распространенной серией, программный код для плат которой может быть разработан как в средах и утилитах STMicroelectronics, так и в сторонних средах разработки, поддерживающих микроконтроллеры STM32: IAR, Keil, Atollic и т.д. Отладочные платы семейства Discovery являются отличным решением для тех, кто хочет разобраться в работе контроллера или построить прототип, в котором, однако, может быть задействовано не так много периферии, как в других сериях изделий компании, в частности в отладочных платах Evaluation Boards.

**Evaluation Boards:** Отладочные платы серии Evaluation Boards предназначены для полного и глубокого ознакомления с работой и особенностями различных линеек контроллеров STM32. Как уже было отмечено ранее, если сравнивать Discovery и Evaluation Boards, становится понятно, насколько последние превосходят предыдущую серию в разнообразии периферии: если платы Discovery имели в своем составе только стартовый набор, необходимый для начального ознакомления и отладки работы микроконтроллера, то платы Evaluation Boards обладают куда большим перечнем дополнительных компонентов (рисунок 6), в число которых входят: программатор ST-LINK, дисплеи, построенные по технологиям TFT, E-Ink и ЖКИ, интерфейсы CAN, USB, Ethernet и т.д., различные разъемы для подключения дополнительной периферии, светодиоды, датчики и другое.

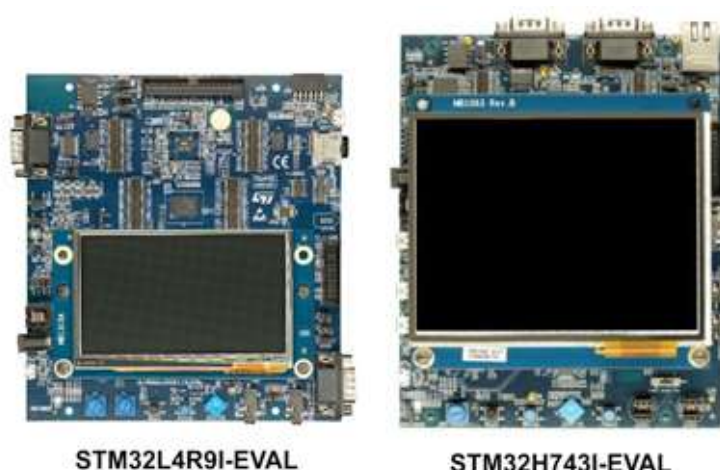


Рис. 6 Evaluation Boards

На данный момент разработчикам доступны 27 разновидностей отладочных плат Evaluation Boards, построенных на основе микроконтроллеров

STM32 всех доступных семейств, начиная от экономной серии STM32L и заканчивая флагманом STM32H7.

Среди последних новинок следует отметить: **STM32L4R9I-EVAL** – отладочная плата на базе контроллера STM32L4R9AI. Микроконтроллер из линейки STM32L4+ имеет сверхнизкое энергопотребление, заключен в корпус UFPGA169 и способен работать с частотой до 120 МГц, а также обладает 2 Мбайт Flash и 640 кбайт RAM-памяти. На плате расположен 1,2 дюймовый LCD-дисплей круглой формы разрешением 390×390 пикселей, работающий по MIPI DSI-интерфейсу, а также 4,3 дюймовый TFT LCD-дисплей разрешением 480×272 пикселей с режимом RGB.

Также на плате расположены 2 x ST-MEMS цифровых микрофона, слот под microSD, поддержка интерфейса I<sup>2</sup>C, порт RS-232, USB OTG FS Micro-AB порт, CAN 2.0A/B-совместимый порт и др. **STM32F769I-EVAL** – отладочная плата на базе контроллера STM32F769NI. Микроконтроллер состоит в линейке STM32F7 и обладает высокой производительностью, заключен в корпус BGA216 и способен работать с частотой до 216 МГц, а также обладает 2 Мбайт Flash и 512+16+4 кбайт RAM-памяти.

На плате расположен 4-дюймовый сенсорный LCD дисплей, работающий по MIPI DSI-интерфейсу. Плата также включает в себя следующие интерфейсы: 4 I<sup>2</sup>C, 6 SPI, SDIO, 2 SAI, интерфейс 8-14-битного модуля цифровой камеры, Ethernet MAC, FMC и Quid-SPI. Она также имеет 4 USART и 4 UART, 2 CAN шины, 3 12-битных АЦП, 2 12-битных канала ЦАП, RS-232 и т.д. **STM32H743I-EVAL** – отладочная плата на базе контроллера STM32H743XI. Микроконтроллер является на сегодняшний день флагманом среди всей линейки STM32, заключен в корпус TFBGA240+25 и способен работать с частотой до 400 МГц, а также обладает 2 Мбайт Flash и 1 Мбайт RAM-памяти. На плате расположен 5,7 дюймовый TFT-дисплей с сенсорной панелью и разрешением 640×480 пикселей; Плата обладает 3 USB с Micro-AB разъемами, RS-232, Ethernet RJ45, FD-CAN разъемом, разъемом для подключения динамиков и микрофона, слотом для microSD карты, JTAG/SWD и ETM и т.д.

Аналогично предыдущей серии Discovery, отладочные платы Evaluation Boards могут использоваться автономно, без подключения дополнительных модулей. Применяя отладочные платы STMicroelectronics для своих решений, пользователи получают доступ не только к аппаратным средствам разработки, но и к широкому спектру сопроводительной информации, в который входят:

- Принципиальная схема отладочной платы, Gerber-файлы и спецификация;
- Руководство пользователя, примеры использования платы;
- Бесплатные и свободно распространяемые программные средства разработки от STMicroelectronics;
- Перечень информации, созданный самими пользователями и находящийся в открытом доступе на различных форумах и пабликах.

Однако для полноценного использования отладочных плат прежде всего нужно создать программный код, который бы включал в себя алгоритм работы

контроллера и его взаимодействия с периферией платы или, как минимум, загрузить такой код из представленных примеров для первичного ознакомления.

В том и другом случае необходимо наличие специализированного программного обеспечения, и здесь большим плюсом является возможность применения бесплатных средств разработки программного кода от компании STMicroelectronics (STM32CubeMX, STM Studio и т.д.). Конечно, существуют и другие среды разработки программного обеспечения, например, Keil, IAR и т.д., однако лицензия на работу с ними стоит несколько тысяч долларов. В этом смысле компания STMicroelectronics вместе с партнерами существенно упрощают жизнь независимым компаниям со скромным бюджетом.

**Бесплатные программные средства от STMicroelectronics:** Как правило, процесс разработки программного обеспечения для отладочных плат включает в себя четыре основные стадии:

1. Выбор микроконтроллера, характеристики которого отвечали бы требованиям разрабатываемого решения.

2. Создание программного обеспечения нижнего уровня (различные драйверы и библиотеки, используемые в дальнейшей работе), а также создание функций инициализации, отвечающих за настройку системной и общей периферии и тактирования.

3. Создание программного обеспечения среднего и верхнего уровней, включающего в себя основные функции работы приложения.

4. Отладка и доработка созданного программного кода.

Благодаря компании STMicroelectronics описанные выше шаги могут быть успешно выполнены без каких-либо материальных затрат: компания на данный момент предлагает четыре бесплатных инструмента для программирования контроллеров собственного производства: **ST MCU Finder** – представляет собой мобильное приложение, в котором пользователь может выбрать оптимально подходящий по требованиям микроконтроллер или отладочный набор для своего решения, выполнив тем самым первую стадию разработки. **STM32CubeMX** – графическая среда, предназначенная для генерации проектов на базе микроконтроллеров семейства STM32.

Среда дает возможность пользователям автоматически генерировать код на языке C и основу прикладной программы посредством использования визуальных утилит. Благодаря данной среде процесс написания функций инициализации не занимает много времени, так как у программиста нет необходимости создавать стартовые функции вручную. Однако основной алгоритм работы пользователь по-прежнему должен создавать самостоятельно. **SW4STM32** – открытая интегрированная среда разработки, построенная на базе Eclipse. Среда служит для разработки встраиваемого программного обеспечения для контроллеров семейства STM32.

Данная среда предоставляет пользователю возможность написания программного кода, а также его отладки и загрузки в микроконтроллер. **STM Studio** – представляет собой утилиту, разработанную компанией

STMicroelectronics. Данная утилита предоставляет пользователю возможность отслеживать значения переменных при отладке/выполнении программного кода в реальном времени.

**Расширители портов:** Компьютер может использоваться не только для походов в интернет, набора текста или игр. С помощью компьютера можно заниматься сбором данных или управлять производственными процессами. При этом информация вводится в компьютер и выводится из него. Обмен информацией происходит с помощью портов ввода-вывода. Компьютер может собирать данные из нескольких источников и управлять несколькими процессами.

Таким образом, могут потребоваться несколько портов. Портов, имеющихся в базовой конфигурации, может быть недостаточно. В последнее время наблюдается тенденция использовать преимущественно порты USB. Они удобны, имеют большую скорость обмена данными.

Но нередко для сбора информации или управления большие скорости не нужны! Поэтому могут использоваться «старые добрые» последовательные com-порты. Плата расширителя портов также вставляется в шину PCI и имеет на борту от 4 до 8 портов. Может быть ситуация, когда необходимо отслеживать десятки процессов. Плат с отдельными портами потребуется много... В этих случаях используют специализированные платы на гораздо большее число каналов (16 или 32), имеющие специализированные входные разъемы.

**Заключение:** Компания STMicroelectronics завоевала рынок микроконтроллеров во многом благодаря всесторонней поддержке своей продукции и пользователей, использующих эту продукцию в своих решениях. Микроконтроллеры серии STM32 отлично подходят как для создания прототипов, так и для использования их в серии, а многообразие их семейств позволяет подобрать для производимого решения наиболее оптимальный контроллер, учитывая параметры производительности, энергопотребления, стоимости и т.д.

Выбор микроконтроллера, а также ознакомление с принципами его работы во многом облегчаются благодаря отладочным платам компании: платы Nucleo имеют низкую стоимость и дают пользователю возможность создать наиболее оптимальное решение при помощи дополнительных модулей, платы Discovery отлично подходят для ознакомления и отладки начальных решений и имеют в своем составе всю необходимую для этого периферию; если же периферии плат Discovery недостаточно, на помощь приходят Evaluation Boards, способные удовлетворить требования самых дотошных разработчиков.

Бесплатное программное обеспечение также значительно упрощает процесс создания решений на базе контроллеров STM32, а широкий спектр документации, информационная поддержка и множество тематических разделов на различных форумах сводят трудности освоения контроллеров на первичных этапах к минимуму.

Все это служит хорошим подспорьем при решении задачи создания портативных медицинских устройств. В дальнейших работах предполагается использование микроконтроллеров семейства STM32 для создания ряда подобных устройств.

### Список литературы

1. Компэл. Отладочные платы на базе микроконтроллеров STM32 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.compel.ru/lib/94885>
2. Easyelectronics: электроника для всех! [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://shop.easyelectronics.ru/index.php?categoryID=102>
3. Что такое платы расширения и зачем и для чего они нужны? [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://vsbot.ru/komputery/chto-takoe-platy-rasshireniya.html>



УДК 62.5

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЫРЬЕ ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ

**Зырянов Михаил Алексеевич**

доцент кафедры информационных и технических систем

кандидат технических наук

**Булаев Евгений Владимирович**

Сибирский Государственный Университет науки

и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

**Аннотация:** в работе представлены результаты исследования возможности использования кавитационного эффекта при производстве древесной массы из отходов лесозаготовок. Выполнен анализ процесса возникновения кавитационного эффекта. Выполнен анализ существующих конструкций машин создающих кавитационный эффект для получения древесноволокнистого полуфабриката из отходов растительного происхождения. Обоснована возможность использования кавитационного эффекта при производстве древесноволокнистой массы из щепы полученной в результате переработки отходов лесозаготовок.

**Ключевые слова:** кавитация, древесноволокнистый полуфабрикат, размол, кавитатор, фибриллирование, комбинирование.

В процессе лесозаготовок образуются древесные отходы, составляющие примерно 39%. Очень важно перерабатывать древесину комплексно. Это можно осуществить путем вторичного производства, где в качестве сырья будут использоваться отходы лесозаготовки. Одним из направлений является производство древесноволокнистого полуфабриката. Основной операцией в данном производстве является размол, который может осуществляться различными способами (ножевой и безножевой).

Размол в ножевом способе осуществляется в одну ступень, либо в две ступени, в зависимости от способов производства исходного состояния сырья. Ножевой способ заключается в передаче энергии волокнам посредством силового прямого контакта от лежащих друг напротив друга жестких рабочих элементов к защемленному между ними [12, с.1], деформируемому слою волокнистого материала. На первой ступени размола осуществляется термогидролитическая обработка щепы, происходит ослабление связей между волокнами в результате пластификации срединной пластинки и в дальнейшем под действием ножей размалывающей гарнитуры разделение щепы на волокна. На второй ступени происходит выравнивание фракционного состава и разделение не размолотых пучков при атмосферном давлении.



Сущность безножевого способа можно рассмотреть на примере установки типа «Струя-преграда», в которой происходит передача энергии посредством силового воздействия физических процессов и явлений на волокна, свободно движущиеся в жидкой среде. К силовым факторам данного типа воздействия относятся: кавитация, пульсации гидродинамического давления, усилия сдвига в градиентном потоке, трения волокон друг о друга, а также о жесткие элементы машин, напряжения, носящие турбулентный характер [2, с. 14].

Процесс, оказывающий значительное воздействие на качество древесного волокна в безножевом способе является процесс кавитации. Данный процесс можно использовать, как ключевой фактор усовершенствования процесса размола [3, с. 37].

Кавитация (холодное кипение) - явление образования паровых каверн в жидкости при достаточном понижении давления, развития и последующего их замыкания при повышении давления. От обычного кипения кавитация отличается тем, что при ней процесс предопределяется изменением давления вне каверны, а при кипении давление растет внутри каверны.

Рассмотрим уравнение Бернулли для двух точек линии тока идеальной несжимаемой жидкости

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{c_1^2}{2g} + h_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{c_2^2}{2g} + h_2 = E = \text{const.} \quad (1.1)$$

где  $\gamma$  – удельный вес,  $g$  – ускорение силы тяжести.

Уравнение Бернулли отражает частный случай закона сохранения энергии. Вдоль линии тока сумма  $E$  энергии давления и кинетической энергии  $c^2/2g$  и энергии положения  $h$  единицы веса жидкости остается неизменной. Если в процессе движения жидкости происходит нарастание скорости или жидкость поднимается, увеличивая энергию положения, то в соответствии с уравнением Бернулли давление  $p$  уменьшается и может достичь такой величины  $p_d$ , при которой данная жидкость при данной температуре вскипает, переходит в газообразное состояние. Процесс вскипания происходит за очень малые промежутки времени и носит характер взрыва. Сплошность потока нарушается, однофазная среда превращается в двухфазную. В жидкости образуются и составляют в ней существенный объем полости, заполненные паром, так называемые паровые каверны.

Если паровые каверны движутся вместе с потоком, то они попадают в зону повышенного давления. Происходит практически мгновенная конденсация пара в каверне, каверна замыкается, создавая весьма значительные давления, высокие температуры, электрические разряды, свечение, активизируя химические, в частности коррозионные, процессы.

Мощный гидравлический удар, сопровождающий замыкание кавитационной каверны (таблица 1) приводит к разрушению материала, находящегося в радиусе действия и направления. При определенной степени

развития кавитации характер течения настолько трансформируется, что заметно меняются внешние интегральные характеристики течения.

**Таблица 1**

**Развитие кавитационного пузырька всхлопывающегося в виде каверны**

Схематичное изображение					
Фаза	Образование ядра	Расширение	Достижение максимального радиуса	Коллапс	Взрыв
Описание процесса фазы	Разрыв сил сцепления в жидком континууме образования пустоты	Рост пустот при постоянной подаче энергии	Максимальный рост пустот при постоянной подаче энергии	Разрушение пустоты (полости) при удалении источника энергии	Высвобождение энергии

Следует отличать паровую кавитацию от газовой, когда рост кавитационного пузырька происходит за счет уменьшения внешнего давления, не доходящего до давления парообразования, и диффузии газа из внешнего потока. Газовая кавитация развивается медленно и, хотя сопутствует паровой кавитации, не влияет практически на ее характер.

Специальные исследования показывают, что снижение давления до уровня давления парообразования является необходимым, но недостаточным условием для начала кавитации. Известно, что при определенных искусственно созданных условиях может существовать переохлажденная вода при температуре меньше температуры замерзания или перегретая вода при температуре выше температуры парообразования. Аналогично можно добиться такого положения, когда кавитация будет отсутствовать даже при  $p < p_d$ . Для начала кавитации необходимы достаточные по величине и продолжительности действия растягивающие напряжения. Причем необходимые параметры этих напряжений зависят от прочности жидкости. Если исходить из молекулярно-кинетической теории, прочность жидкости на разрыв соизмерима с прочностью стали. По данным М. Корнфельда [4, с. 12], предельная объемная прочность воды при температуре  $t = 20^\circ \text{C}$  составляет  $3250 \text{ кгс/см}^2$ . Но при этом предполагается, что разрыв произойдет сразу по всему объему жидкости. В действительности материалы начинают разрушаться по одному из слабых мест, которые неизбежны всегда. Аналогичным слабым местом в жидкости может служить паровой или газовый пузырек. Если допустить, что вследствие тепловых флуктуаций в жидкости возникает паровой пузырек, а необходимые условия для этого, как уже говорилось, имеются, то последний будет расти, если сумма наружного давления  $p$  и давления от поверхностного натяжения, которое обратно пропорционально радиусу пузырька, будет меньше давления насыщенных паров

$$p + \frac{2\sigma}{R} < p_d, (1.2)$$

где  $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения и  $R$  – радиус пузырька.

Я. Б. Зельдович [5, с. 27] разработал теорию разрыва жидкости на паровом пузырьке. Расчеты по этой теории показывают, что прочность жидкости должна составлять приблизительно  $1600 \text{ кгс/см}^2$ . Однако максимальная прочность, достигнутая экспериментально Бриггсом для специально приготовленной воды, составляет всего  $270\text{-}280 \text{ кгс/см}^2$ , а в реальных лабораторных условиях удается зафиксировать в нескольких из большого числа опытов прочность воды не более нескольких атмосфер. Причем растягивающие напряжения до  $2\text{-}3 \text{ кгс/см}^2$  могут существовать лишь несколько секунд. Затем происходит бурный переход к вполне развитому кавитационному течению [6, с. 28].

В настоящее время наличие такого резкого расхождения результатов теоретических расчетов и данных опыта принято объяснять наличием в любой реальной жидкости включений газовых пузырьков или частиц твердого тела, т. е. так называемых зародышей кавитации. Количество и размеры газовых пузырьков - ядер кавитации - определяют объемную прочность воды.

П. С. Эпштейн [7, с. 155] установил, что в одном кубическом сантиметре обычной воды содержится до  $500000$  посторонних частиц размером до нескольких микрон, около которых локализуются пузырьки газа. До сих пор остается не вскрытой причина практически бесконечно долгого существования в воде газовых зародышей, которые не всплывают на поверхность и не диффундируют в жидкость.

Большое распространение имеет гипотеза Е. Н. Гарвея локализации газовых полостей в микроскопических трещинах обтекаемых или взвешенных в потоке твердых тел.

Прочность жидкости предопределяется величиной максимального газового зародыша. Чем больше этот зародыш, тем меньше прочность. В пределе прочность определяется давлением насыщенных паров  $p_d$ . Расчеты показывают [7, с. 214], что при наличии пузырьков диаметром более  $10\text{-}20 \text{ м}$  практически достигается этот предел прочности.

В реальных условиях гидротурбины при наличии турбулентных пульсаций, вихрей в пограничном слое, несферических зародышей кавитации на обтекаемых поверхностях, неизбежных твердых и органических включений кавитация возникает при осредненных давлениях, близких к давлению парообразования. Это подтверждается экспериментами. Но кавитация может возникнуть и развиваться, если давление  $p \ll p_d$  будет воздействовать на газовый зародыш достаточно продолжительно. При большой скорости прохождения потоком мало протяженной зоны разрежения, хотя бы и достаточно большого по абсолютной величине, кавитация может не проявиться.

Важно подчеркнуть также, что если при некоторых условиях и удастся затягивать начало кавитации (также, как и кипения), то после начала процесса

он не прекращается, и устойчивое его течение продолжается, если давление поднять до величины давления парообразования и даже несколько выше. Имеет место гистерезис, на который впервые обратил внимание Р. В. Кермин в 1952 г. [6].

Таким образом, хотя и нельзя считать доказанным, что критическим для образования кавитации в реальных условиях гидротурбин является давление насыщенных паров, это наиболее вероятное и согласующееся с практикой допущение. Не исключено, конечно, что в некоторых специальных аппаратах и механизмах, где принимаются особые меры для увеличения прочности жидкости, кавитация возникает при давлениях, существенно меньших давления парообразования.

До сих пор рассматривалась, так называемая гидродинамическая кавитация, т.е. кавитация, возникающая в потоке жидкости при внешнем или внутреннем обтекании тел. Кроме гидродинамической кавитации большое практическое значение имеет искусственная акустическая кавитация, которая возникает или в сфокусированном поле ультразвуковой волны, распространяющейся в объеме жидкости вдали от ограничивающих поверхностей, или при нефокусированном излучении с наибольшей интенсивностью кавитации на поверхности самого излучателя. В отличие от гидродинамической, при акустической кавитации каверны испытывают неоднократное, а многократное периодическое растягивающее и сжимающие воздействия. Особенности гидродинамической и акустической кавитации, которые отмечены выше, приводят к тому, что при аналитическом исследовании первой обычно пользуются лагранжевыми координатами, а второй - эйлеровыми. Акустическая кавитация вообще легче поддается аналитическим и экспериментальным исследованиям.

Многие качественные результаты этих исследований могут быть использованы и используются при анализе механизма более сложной гидродинамической кавитации.

Эксперименты В. Е. Джонсона [8, с. 21] с помощью скоростной киносъемки показали, что при кавитации за тысячные доли секунды пузырек может вырасти до нескольких миллиметров и затем схлопнуться еще в два раза быстрее.

Движущиеся с потоком, не связанные с обтекаемой поверхностью кавитационные каверны имеют обычно приблизительно сферическую форму или приближаются к ней в процессе развития. Поэтому классической моделью кавитационного процесса является динамика сферической полости в жидкости.

Впервые задачу о замыкании сферической полости в неограниченном объеме невязкой несжимаемой и лишенной поверхностного натяжения жидкости теоретически решил Релей более 50 лет назад [9, с. 21]. Рассматривалось радикальное движение сферической полости под воздействием постоянного давления при наличии инерционных сил. Причем сам Релей обращал внимание на то, что схема идеализирована и приводит в конечном итоге к абсурдному выводу о бесконечно больших скоростях и

давлениях во всем объеме жидкости в последний момент замыкания полости. На самом деле давления действительно достигают очень больших величин, чем и обуславливается кавитационная эрозия, но не бесконечных, а скорости конечны и в некоторые моменты равны нулю. В дальнейшем классическое решение Релея совершенствовалось путем выявления влияний различных его допущений.

В каверне, развившейся из газа наполненного кавитационного зародыша, в который вследствие диффузии при пониженном давлении из окружающего раствора поступает, кроме того, и дополнительный газ, неизбежно наличие газа. Газ не допускает полного замыкания каверны, она сжимается до каких-то конечных размеров и под действием давления сжатого газа вновь расширяется. Возникает колебательный процесс. Это усугубляется еще и тем, что пар, находящийся в каверне, по данным Флинна [10, с. 19], конденсируется не мгновенно, а с конечной скоростью, равной 6,5 м/с. Следовательно, на последних стадиях замыкания, когда радиальная скорость стенки превышает скорость конденсации, пар тоже играет роль упругого газа. В конце концов периодический процесс затухает.

Громадные давления, возникающие в момент завершения сжатия и последующего расширения паровоздушной смеси каверны, вызывают упругие колебания в жидкости с широким спектром звуковых и ультразвуковых частот. Поэтому пренебрежение сжимаемостью среды тоже приводит к погрешности. Звук может распространяться только в упругой сжимаемой среде. На образование звука тратится часть запасенной энергии и за счет этого скорость замыкания тоже уменьшается. Учесть сжимаемость аналитически очень трудно и долгое время никому не удавалось. Только в 60-х годах было получено достаточно строгое решение задачи для сжимаемой невязкой жидкости при адиабатическом процессе.

Влияние вязкости, как показывает анализ, для данной задачи менее существенно, тем более, что оно в большой степени компенсируется поверхностным натяжением.

Кавитационная каверна при гидродинамической, а иногда и при акустической кавитации возникает вблизи стенки. Поэтому сферическая симметрия, которая предполагается при рассмотрении задач динамики кавитационной полости, существенно нарушается. Нормальные к стенке скорости на ее поверхности равны нулю.

Получающийся реальный поток можно представить, заменив пузырек диполем и введя зеркально отображенный относительно стенки такой же диполь. Тогда оказывается, что каверна при замыкании приближается к стенке со скоростью того же порядка, что и скорость замыкания. Причем скорость замыкания давление при наличии стенки меньше, чем без нее.

Наконец, все эти рассуждения предполагали, что сферическая полость все время сохраняет устойчивость, т.е. остается сферической. Оказывается это справедливо лишь для стадии расширения, а при захлопывании пузырек может потерять свою форму, особенно под влиянием расположенных вблизи твердых



стенок или свободной поверхности. И тогда вместо обычно представляемого смыкания пузырька происходит его разрушение на множество более мелких пузырьков.

Ноде и Эллис [11, с. 5] предложили схему кумулятивного схлопывания сферической каверны при потере устойчивости. В соответствии с этой схемой сфера деформируется таким образом, что вовнутрь ее врывается струйка жидкости, которая и производит разрушающий удар по обтекаемой поверхности.

Процесс кавитации в безножевом размоле оказывает существенное влияние на древесину. Данный процесс используют в разных промышленности. Машина, обеспечивающая этот процесс, называется кавитатором. Кавитация в кавитаторе используется, как инструмент для расщепления исходного сырья на более мелкие частицы.

Кавитаторы бывают разного рода в зависимости от используемой среды и назначения:

- акустические;
- гидродинамические.

Особый интерес вызывают гидродинамические кавитаторы, в виду использования водной среды.

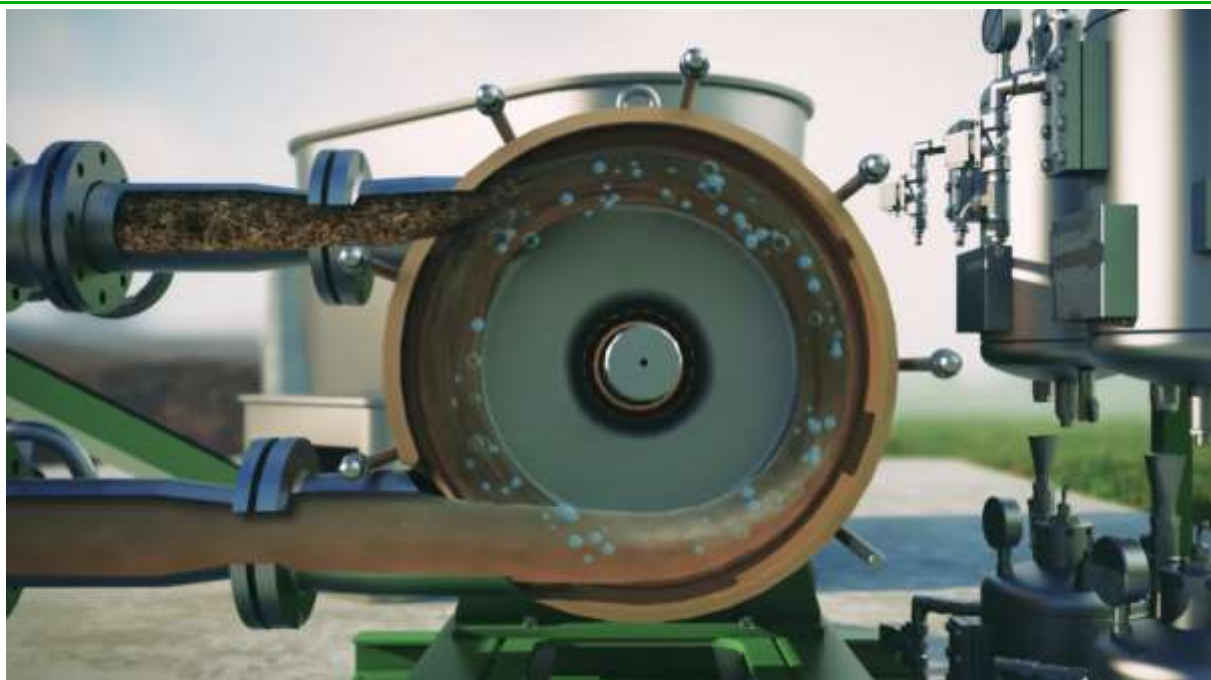
Как таковые масштабно в промышленности кавитаторы используются мало. Это связано с тем, что процесс кавитации не настолько хорошо изучен, чтобы им можно было полностью управлять, хотя условия возникновения кавитации известны. Есть множество ученых и компаний, которые эти условия обеспечивают, создавая определенную конструкцию кавитатора.

Рассмотрим некоторые из существующих на сегодняшний день конструкций кавитаторов.

Кавитатор BioBANG. BioBANG - это инновационный, эффективный и эффективный кавитатор, который передает 100% энергии жидкости (рис. 1).

Кавитация разрушает и постоянно разжижает все виды биомассы, даже недорогие, что приводит к ее немедленному усвоению в биогазовых и биометановых системах. BioBANG - это будущий стандарт обработки и предварительной обработки биомассы для любого растения.





**Рис. 1 Кавитатор BioBANG**  
(<https://www.biobang.com/web/it/biobang/>)

#### Кавитатор CaviMax®

CaviMax - это кавитатор, использующий гидродинамическую кавитацию, которая максимизирует потенциал биогазовой установки (рис. 2). Установив один данный кавитатор на заводе, можно увеличить выход метана (результаты компании в диапазоне от 10% до 56% увеличения выхода метана) и использовать ранее недоступное сырье.

Использование данного кавитатора легко открывает энергетический потенциал соломы, травы и сырья с высоким содержанием лигнина.

Это встроенное устройство не требует никаких дополнительных химикатов и простов установке.

Конечный результат - огромные «локализованные» силы, которые оказывают разрушающее воздействие на твердые вещества в дисперсиях, эмульсиях и суспензиях, влияющие на размер и распределение частиц. Гидродинамическая кавитация также может увеличить площадь поверхности между нерастворимыми жидкими реагентами, ускорить растворение, дезагрегировать частицы и очистить поверхность твердого реагента или катализатора».

Гидродинамическая кавитация в CaviMax использует эти экстремальные гидродинамические давления, которые вызывают распад частиц и разрушение клеток.



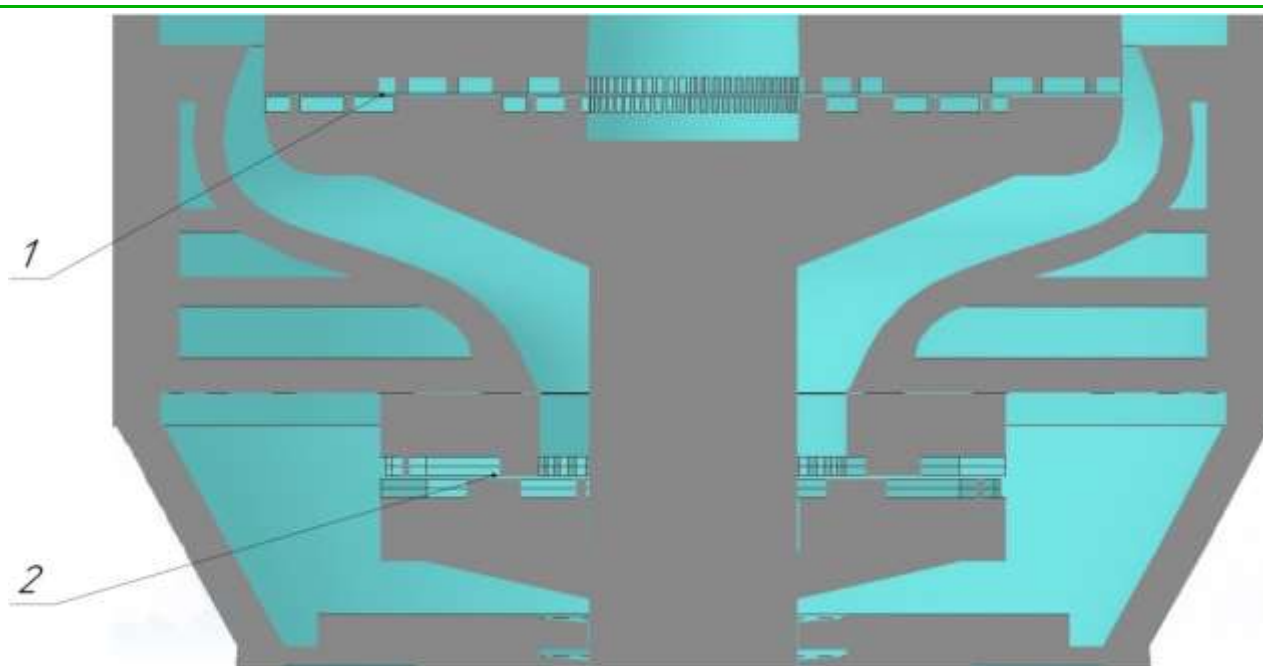
**Рис. 2 Кавитатор CaviMax®**

([https://www.cavimax.co.uk/sites/cavimax.co.uk/files/styles/1200/public/slideshow/Rotocav%20long%20pic\\_0.PNG?itok=d67zjiwQ](https://www.cavimax.co.uk/sites/cavimax.co.uk/files/styles/1200/public/slideshow/Rotocav%20long%20pic_0.PNG?itok=d67zjiwQ))

CaviMax может разрушать клеточные стенки непокорных материалов, создавая текучую массу, которая способствует микробиологическому доступу к клеточным сокам, что позволяет использовать сырье с высоким содержанием лигнина.

Любой материал с низкой скоростью разложения, в случае анаэробного сбраживания, это будет исходное сырье, которое либо будет невозможно разложить или переварить с достаточно высокой скоростью, чтобы его можно было эффективно использовать для производства биогаза метана достаточно быстро, чтобы быть прибыльным. Солома, травы и любая биомасса с высоким содержанием лигноцеллюлозы вписываются в эту категорию, поскольку они замедляют фазу гидролиза, анаэробные переваривающие микроорганизмы испытывают трудные времена, чтобы разрушить их, чтобы высвободить энергию и пройти через непереваренный или добавить к этому трудному управлять плавающим слоем.

Анализ реализованных экспериментальных исследований процесса получения древесноволокнистого полуфабриката из щепы полученной в результате переработки отходов лесозаготовок показал необходимость предварительного размола щепы до 11-12 ДС. На рис. 3 показана схема предлагаемой комбинированной машины для производства древесноволокнистого полуфабриката из щепы.



**Рис.3** Схема комбинированной размалывающей машины

*1 – ножевая зона; 2 – кавитационная зона*

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что кавитационный эффект целесообразно использовать при производстве древесноволокнистого полуфабриката из щепы полученной в результате переработки отходов лесозаготовок. Использование комбинированной машины в производственных условиях позволит исключить вторую ступень размола щепы и вовлечь в производство дополнительный ресурс в виде порубочных остатков.

### Список литературы

1. Степанов В. И., Мезина Н. А. Отходы лесной промышленности и их использование в национальном хозяйстве [Текст] / В. И. Степанов, Н. А. Мезина // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова.-2012.-№3.- С. 26-32.
2. Зырянов, М. А. Основные тенденции развития производства древесноволокнистой массы/М. А. Зырянов, Н. Г. Чистова, Ю. Д. Алашкевич; Лесосибирский филиал СибГТУ.-Лесосибирск, 2011.- 9 с.-Деп в ВИНТИ 14.02.11, № 68-В2011
3. Ласкеев, П.Х. Производство древесной массы. [Текст] / П.Х. Ласкеев // М.: Лесн. Пром - сть, 1967, 580 с.
4. Корнфельд М. Упругость и прочность жидкостей. М., ГИТЛ, 1951, 108 с.
5. Зельдович Я. Б. - ЖЭТФ, 1942 , т. 12, с. 525-537.
6. Холл Тристер. Кавитационный гистерезис. - ТОИР, 1966, .N"2 1, с. 159-171.

7. Перник А. Д. Проблемы кавитации. Л., «Судостроение», 1966, с. 439.
8. Johnson V. E. Mechanics of Cavitation. - ASCE, 1963, v. 89, No. 3.
9. Rayleigh. On the pressure Developed in a Liquid during the Collapse of a Spherical Cavity. - «Phil. Mag». 1917, v. 34.
10. Флинн Г. Г. Физика акустической кавитации в жидкостях. - В кн.: Физическая акустика. Под ред. Мэзона, т. 1, часть Б. М., «Мир», 1967.
11. Ноде С., Эллис А. О механизме кавитационных разрушений неполусферическими пузырьками, смыкающимися при контакте с твердой пограничной поверхностью. - «Техническая механика», 1961, № 4.
12. Булаев, Е.В. Анализ силовых факторов процесса ножевого размола [Текст] / Е.В.Булаев, М.А.Зырянов, С.В.Сыромятников // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2018. – С. 137-139.

## РАЗДЕЛ III ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СФЕРЕ ЭКОНОМИКИ И ПРАВА

УДК 347.7

### ИНВЕСТОР КАК ОСНОВНОЙ «ПАЗЛ» ЭКОНОМИКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Львова Светлана Владимировна

к.ю.н.

Российский государственный гуманитарный университет

**Аннотация:** В настоящей статье через семантический и этимологический анализ термина «инвестор», с применением доктринального толкования терминов «опыт», «знания» и «риск» делается попытка дать понятие «квалифицированный инвестор», обращается внимание на необходимость конкретизации на уровне закона не только понятия «квалифицированный инвестор», но и ввести понятие претендента на статус квалифицированного инвестора.

**Ключевые слова:** инвестор, инвестиция, инвестор на рынке ценных бумаг, опыт, знания, квалифицированный инвестор.

### AN INVESTOR AS A BASIC «PUZZLE» OF THE ECONOMY IN THE EPOCH OF THE DIGITIZATION

Lvova S.V.

**Abstract:** In this article, through a semantic and an etymological analysis of the term “investor”, with the use of the doctrinal interpretation of the terms “experience”, “knowledge” and “risk”, an attempt is made to give the concept of a “qualified investor”, attention is drawn to the need to specify not only the concept at the level of the law a “Qualified investor”, but also to introduce the concept of a candidate for the status of a qualified investor.

**Key words:** an investor, the investment, an investor in the securities market, an experience, the knowledge, a qualified investor.

Инвестиционная деятельность является одной из самых приоритетных направлений в любой экономике, двигая ее к развитию и расширению горизонтов. Лицо, привлекающие инвестиции, заинтересовано в зарабатывании прибыли, а инвестор – в получении стабильного дохода от своих вложений. Считается, что одним из самых привлекательных объектов инвестиций является рынок ценных бумаг. И сейчас, в эпоху цифровизации экономики, инвестирование в ценные бумаги становится достаточно доступной, все операции можно совершать благодаря помощи существующих компьютерных

технологий можно совершать не выходя из дома. Однако история санаций банков, старт которой был дан в конце 2014 введением этой процедуры в ПАО НБ ТРАСТ (далее – НБ ТРАСТ), обнажили многие пробелы в законодательстве и практике ее применения [14, с.36-44], что негативно отразилось не только на инвесторах, но и на топ менеджменте банков [12, с. 107-111]. Для сотен инвесторов – бывших вкладчиков НБ ТРАСТа санация ознаменовала собой полную утрату инвестиций в результате того, что субординированные займы, выступавшие обеспечением кредитных нот – ценных бумаг иностранных эмитентов – объекта инвестиций, были списаны на убытки, что, собственно, привело к тому, что кредитные ноты де-юре как ценные бумаги существовали, а де-факто - утратили статус объектов гражданского оборота [11, с.12-22].

Пример инвесторов – бывших вкладчиков НБ ТРАСТ показал нам, что даже при наличии обязательств Банка выкупить проданные инвестору кредитные ноты, высокорисковые ценные бумаги иностранных эмитентов, во всех 100% случаев инвесторы утратили свои инвестиции и не нашли правду в судах, которые встали на сторону Банка, так как было выяснено, что обеспечением кредитных нот выступали субординированные займы, которые были списаны после введения санации в банке [10, с.6-14]. Кредитные ноты, потеряв свое обеспечение, превратились в «фантики», которые существовали юридически, но по факту была нарушена хрупкая связь между финансированием уплаты процентов по субординированному займу Банком и получением купонного дохода держателями кредитных нот, а потом и вовсе ликвидации основных обязательств по субординированным займам, а это означало, что более четырех сотен инвесторов – бывших вкладчиков НБ ТРАСТа полностью утратили свои инвестиции в результате списания сумм субординированных займов на убытки Банка, что привело к фактической утрате кредитными нотами статуса объекта гражданского оборота [13. с.76-81], из чего исходила вся вертикаль судов общей юрисдикции, поддерживая выводы Басманного районного суда г. Москвы (Дела № 2-192/2016, 2-005/2016, 2-400/16, 2-1125/2016, 2-1575/16, 2-1489/16, 2-1/17, 2-1526/16, 2-1218/2016, 2-913/17, 2-0346/2016, 2-0029-16, 2-256/2016, 2-0653/16, 2-0038/16, 2-431/2016, 2-0245/2016, 2-912/17, 2-0296/16, 2-2637/2016, 2-3519/2016).

А потому тема инвестора, инвестиций и инвестиционной деятельности как никогда актуальна и привлекает к себе внимание не только ученых и практиков, но и рядовых граждан, которые имеют сбережения, но боятся риска их утраты ввиду отсутствия элементарных знаний фондового рынка.

Проблематика инвестиционных правоотношений, а также вопрос об определении правового статуса инвестора как основного участника инвестиционной деятельности всегда отличались дискуссионностью как в научной среде экономистов, так и в среде юристов – ученых и практиков. И, безусловно, одним из спорных вопросов является вопрос о доктринальном толковании понятия «инвестор», о различиях, которые существуют между универсальным инвестором и инвестором на рынке ценных бумаг.



### **Истоки термина «инвестор».**

Отметим, что с конца 80-х гг. XX столетия термин «инвестор» уверенно вошел в общественный лексикон как широко употребляемое слово, имеющее свой след в многочисленных словарях и энциклопедиях. Например, в юридической энциклопедии под инвестором (англ. investors) понимается любое лицо, осуществляющее инвестиции, занимающееся инвестиционной деятельностью [24, с. 313].

Этимологические исследования термина «инвестор» носят дискуссионный характер [1, с. 4], однако вне зависимости от конкретной точки зрения о языке его происхождения, смысл значения остается единым. Большинство исследователей придерживается позиции о том, что его происхождение имеет западноевропейский корни и термин «инвестор» обязан английскому термину investor, что означает «вкладчик, инвестор» [24, с.313].

Феномен «инвестора», «инвестиционной деятельности», «инвестиций» не обделен вниманием ни прессы, ни юридического сообщества, в том числе и ученых. Можно констатировать, что дискуссии вокруг института инвестиций в целом не утихают и представляют интерес как у представителей науки, так и специалистов – практиков.

Последние годы характеризуются всплеском законотворческой активности как в области инвестиционной деятельности, так и в области рынка ценных бумаг. Анализ действующего законодательства в области инвестиционной деятельности показал, что более 700 Федеральных законов так или иначе упоминают инвестиции, инвестиционную деятельность, инвестиционную программу и другие созвучные термины. Помимо этого, существует огромное количество других нормативных правовых актов - от Указов Президента РФ и Постановлений Правительства РФ до ведомственных нормативных правовых актов. К сфере инвестиционной деятельности впору применить «регуляторную гильотину», принципы которой сейчас реализуются в области государственного контроля и надзора.

Однако при всем многообразии нормативных актов в области инвестиционной деятельности, отсутствует главное - нет четкого и понятного понятийного аппарата, что выливается в проблемы правоприменения.

Вопросы инвестиций, инвестиционных правоотношений, а также определения понятия и сути инвестора как основного участника инвестиционной деятельности всегда отличались дискуссионностью как в научной среде экономистов, так и юристов. Одним из спорных вопросов является вопрос об уяснении сути понятия «инвестор», о различиях, которые существуют между универсальным инвестором и инвестором на рынке ценных бумаг.

Инвестор - это субъект с особым правовым статусом, понятие которого на законодательном уровне дано не совсем четко. Общий тон рассуждений таких ученых как И.Ю. Ткаченко [25] и Серебряковой [23] сводится к тому, что они характеризуют инвестора в качестве субъекта инвестиционной деятельности, осуществляющего вложения.

А.В. Майфат под инвестором понимал лицо, которое взамен на получение выгоды, передает свое имущество (инвестиции) в собственность другого лица – субъекта предпринимательской деятельности без возможности участвовать в деятельности получившего инвестиции лица [15, с. 7]. Аналогичной позиции придерживалась и М. Г. Холкина, которая рассматривала инвестора в качестве субъекта гражданского права осуществляющего или имеющего намерение осуществить вложения средств вне зависимости от того - они личные или заемные с целью получения прибыли или иного положительного эффекта, но без личного участия в процессе осуществлении инвестиционной деятельности [29].

Ст. 1 Федерального закона от 25.02.1999 № 39-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» под инвестициями понимает денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и (или) иной деятельности в целях получения прибыли и (или) достижения иного полезного эффекта. Семантическое толкование вышеуказанного приема законодателя, применившего союз «и»/«или» в вышеуказанной норме и фактически, таким образом, поставив знак равенства между предпринимательской деятельностью и деятельностью, направленной на получение любого полезного эффекта, означает, что законодатель исходил из того, что инвестиции не всегда преследуют цель получения прибыли. Данная позиция прослеживается и в другом нормативном акте, который, безусловно, относится к одному из основных источников инвестиционного права - Законе РСФСР от 26.06.1991 № 1488-1 «Об инвестиционной деятельности в РСФСР» (далее - Закон № 1488-1)», где в качестве субъекта инвестиционной деятельности называется государство (п. 2 ст. 2). Применительно к участию государства в инвестиционной деятельности, например, в форме бюджетных инвестиций, говорить о цели инвестирования исключительно с точки зрения направленности инвестиций на получение прибыли или достижения другого экономического эффекта, не совсем уместно, так как это противоречит сути участия государства в инвестиционной деятельности. Цель инвестиционной деятельности, и в первую очередь публичного субъекта, не всегда сводится к цели получения экономической выгоды. Зачастую такие субъекты преследуют цели получения положительного социального эффекта, что отражается в ряде программ, финансируемых за счет бюджетных средств, например, социальных программ, программ развития образования, науки, медицины, чего невозможно достичь без вложения инвестиций.

Таким образом, проведенное исследование позволяет нам констатировать факт принадлежности инвестору особого статуса. Инвестор - не просто субъект гражданского права, а субъект, занимающий промежуточное положение между обычным субъектом (физическим или юридическим лицом) и субъектом, занимающимся предпринимательской деятельностью. Обладая всеми атрибутами субъективных прав, инвестор – физическое лицо, например, не

может воспользоваться благами, которые принадлежат физическим лицам - потребителям.

Судебная практика стоит на позициях четкого разграничения прав инвесторов и прав потребителей. Разъясняя применение норм материального права в конкретном деле, высшая судебная инстанция указала, что обязательным условием признания гражданина потребителем является приобретение товаров (работ, услуг) исключительно для личных (бытовых) нужд, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности», к которой, по мнению суда, приравнивается экономическая деятельность, связанная с инвестированием и направленная при этом на получение дохода (например, Определение Судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда РФ от 25.07.2017 № 18-КГ17-81).

Действительно, у предпринимательской и инвестиционной деятельности есть одно общее – риск. Но в отличие от предпринимательской, являющейся самостоятельной, инвестиционная деятельность реализуется через третьих лиц - предпринимателей, деятельность которых как раз и направлена на получение прибыли, от величины которой зависит инвестиционный доход отдельно взятого инвестора.

По нашему мнению, инвестор - физическое лицо - это специальный субъект гражданского права, преследующий общепользную или экономическую цель, реализующий ее через вложение инвестиций в рамках инвестиционной деятельности, носящей рисковый характер.

#### **Инвестор на рынке ценных бумаг.**

Анализ ФЗ «О рынке ценных бумаг» и профильного законодательства показывает, что при более чем при сотне раз использовании термина «инвестор», его легальное определение применительно к рынку ценных бумаг на законодательном уровне отсутствует.

Я. М. Миркин под «инвестором» на фондовом рынке предлагает понимать «лицо, обладающее излишком денежных средств и вкладывающее их в ценные бумаги» [16, с.324]. Систематизируя участников фондового рынка, А. Н. Буренин называет инвесторами лиц, приобретающих ценные бумаги [3, с.13].

Р. М. Исеев в качестве разграничителя понятий универсального инвестора и инвестора на рынке ценных бумаг предлагает использовать объект инвестиций. По его мнению, универсальный инвестор - «это лицо, осуществляющее инвестиции, вкладывающее средства в развитие рынка товаров, работ и услуг. Инвестор на рынке ценных бумаг - лицо, вкладывающее средства в ценные бумаги, в портфельные инвестиции» [7, с. 17]. Целиком и полностью соглашаясь с данной позицией, стоит отметить, что Р. М. Исеев, давая характеристику универсального инвестора, исходит только из «вложений» инвестиций в объект инвестиционной деятельности» [7, с. 17]. Между тем, следует отметить, что понятие инвестиционной деятельности, данное в п. 2 ст.1 Закона РСФСР от 26.06.1991 № 1488-1, значительно шире и включает в себя не только вложение инвестиций, но и деятельность -

практические действия по реализации инвестиций. Именно это и отличает универсального инвестора от инвестора на рынке ценных бумаг. Первый может не только вкладывать, но и участвовать в инвестиционной деятельности. Например, физическое лицо - универсальный инвестор, может инвестировать денежные средства в создание программного продукта и самостоятельно создать эту программу с целью ее реализации на рынке. Инвестор - физическое лицо на рынке ценных бумаг лишен возможности совершать действия по реализации инвестиций. Не случайно практика и теория фондового рынка разделяет инвесторов на две категории – индивидуальных и институциональных. Первые осуществляют вложения собственных или заемных средств в конкретные объекты – ценные бумаги. А вторые, являясь как правило профессиональным участником рынка ценных бумаг, фактически выступают посредниками, объединяют капиталы и осуществляют инвестиционную деятельность с целью получения дохода. Однако в ФЗ № 39-ФЗ разделение инвесторов на индивидуальных и институциональных отсутствует. Из положений ст. 51.2 ФЗ № 39-ФЗ вытекает, что все инвесторы на рынке ценных бумаг условно разделяются на две категории: квалифицированные инвесторы и все остальные – неквалифицированные, не давая при этом понятия ни одной из этих категорий.

А потому, на наш взгляд, законодатель, реализуя свою основную регуляторную задачу, должен в первую очередь четко определить понятия инвестора на фондовом рынке, а уже потом заниматься классификацией инвесторов по группам.

#### **Квалифицированный инвестор: истоки понятия.**

Институт квалифицированного инвестора появился в России сравнительно недавно - с момента введения в ФЗ № 39-ФЗ статьи 51.2, устанавливающей общие принципы правового регулирования этого института. Обосновывая необходимость введения на рынке ценных бумаг нового субъекта – квалифицированного инвестора, Правительство РФ в своем Распоряжении от 01.06.2006 № 793-р «Стратегия развития финансового рынка на 2006-2008 годы» ссылалось на международный опыт, в основе которого лежит принцип наличия у лица, претендующего на получение статуса квалифицированного инвестора опыта совершения самостоятельных действий на фондовом рынке [9, с. 74-82]. Однако законодатель, не дав понятия «квалифицированный инвестор» в ст. 51.2 ФЗ № 39-ФЗ, ограничился лишь указанием на критерии квалифицированного инвестора и порядок их определения на основании Указаний Банка России, что в юридической доктрине характеризуется в качестве неопределенности понятия [22, с.120] или полного его отсутствия [27, с.9], чего придерживается и автор [9, с.74-82].

Анализ международной практики применения института квалифицированного инвестора [9, с. 74-82] и семантический анализ употребляемых в ст. 51.2 ФЗ № 39-ФЗ терминов дает основания утверждать, что в основе института квалифицированного инвестора заложены такие понятия как опыт, знания и риск.

Опыт и знания - это чисто философские понятия, активно используемые разными отраслями знаний, в том числе и юриспруденцией. Анализ этих терминов с точки зрения семантики через обращение к различным словарям показал, что под термином «знание» понимается «обладание какими-либо сведениями, осведомленность в какой-либо области» [19], а под «опытом» - «совокупность знаний, навыков, умений, вынесенных из практической деятельности, жизненных наблюдений, размышлений и т. п.» [19]. Рассуждая о знании применительно к праву, А. А. Мохов приходит к выводу о том, что знание - это состояние понимания, присущее сознанию индивидуума, которое принимается или не принимается конкретным человеком [17, с. 32].

Понятие «квалифицированный инвестор» невозможно представить без наличия у него знаний в области фондового рынка и опыта самостоятельных действий на рынке ценных бумаг, а потому, естественно, что положения об этом должны быть отражены в нормативных актах, регулирующих институт квалифицированного инвестора.

Автор, обосновывая свои выводы ссылками на примененный в нормативных актах словарный оборот «может быть» в норме ч. 4 ст. 51. 2 ФЗ № 39-ФЗ применительно к квалификации физического лица, уже делала выводы о направленности воли законодателя учитывать наличие опыта совершения самостоятельных действий на рынке ценных бумаг при признании физического лица квалифицированным инвестором [9, с.74-82]. В этой связи важно отметить, что о необходимости учета опыта, как одного из условий квалификации, свидетельствует и законодательный прием по введению в норму ч. 4 ст. 51. 2 ФЗ № 39-ФЗ словосочетания «совершило сделки с ценными бумагами», которая дублируется в Указаниях Банка России от 29.04.2015 N 3629-У «О признании лиц квалифицированными инвесторами и порядке ведения реестра лиц, признанных квалифицированными инвесторами» в виде словосочетания «совершало сделки с ценными бумагами (п. 2.1.3). В словарях русского языка слово «совершить» означает осуществить, выполнить, заключить с соблюдением необходимых формальностей, оформить (офиц.) [26]. По всей видимости, вводя в нормативный оборот слово «совершило» / «совершало», воля и законодателя, и регулятора была направлена на то, чтобы опыт физического лица являлся одним из оснований для признания его квалифицированным инвестором.

Ставя знак равенства между квалифицированными инвесторами в силу Закона (п. 2. Ст. 51.2 ФЗ № 39-ФЗ) – юридическими лицами, обладающими серьезным профессиональным потенциалом за счет наличия в штате специально подготовленных к работе на фондовом рынке специалистов, с чьей помощью юридическое лицо как квалифицированный инвестор, разрабатывает стратегии движения собственных денежных потоков, оценивает риски и, учитывая возможность наступления негативных последствий, осуществляет инвестирование в финансовые инструменты, и физическими лицами, в арсенале которых имеются только собственный багаж знаний и опыта, законодатель, как



нам представляется, исходил из того, что квалифицированным инвестором может признаваться только профессионал.

Таким образом, рассмотрение терминов «опыт» и «знания» в семантическом и философско-правовом контекстах с проецированием полученных результатов исследования на толкование понятия квалифицированный инвестор, дает основание утверждать, что в это понятие уже и сегодня на законодательном уровне заложен принцип наличия опыта совершения сделок на рынке ценных бумаг, который, безусловно, нуждается в конкретизации. Однако указание в норме п. 4 ст. 51.2 ФЗ № 39-ФЗ на возможность применения к физическому лицу при квалификации одного из указанных требований, а не двух, как это, например, применяется в Евросоюзе, [9, с. 74-82], создает почву для злоупотреблений со стороны профессиональных участников рынка ценных бумаг, осуществляющих признание физических лиц квалифицированными инвесторами, на что и обращал внимание регулятор в своем Докладе «Совершенствование системы защиты инвесторов на финансовом рынке посредством введения регулирования категорий инвесторов и определения их инвестиционного профиля».

Второй неотъемлемой составляющей понятия «квалифицированный инвестор» является категория риска.

Термин «риск» достаточно широко применяется в законодательстве, практике, а также в экономической и правовой доктрине, а потому его анализ применительно к институту квалифицированного инвестора заслуживает особого внимания. Применительно к рынку ценных бумаг под риском понимается степень неопределенности и/или потенциального финансового убытка, присущего инвестиционному решению по вложению средств в определенные ценные бумаги или производные финансовые инструменты.

Законодательство Европейского союза, принципы которого были заложены в Стратегии развития финансового рынка Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденной Правительством РФ от 29.12.2008 N 2043-р при разработке института квалифицированного инвестора, под риском понимает сочетание величины последствий опасности, если она возникает, и вероятности, что последствия наступят.

В правовой доктрине вопрос о понятии «риска» всегда носил дискуссионный характер. Соглашаясь с мнением М. О. Болобоновой о том, что в своих суждениях на эту тему отечественные ученые диаметрально разошлись, отметим, что подходы одних ученых сводятся к рассмотрению понятия «риска» с объективной стороны, когда риск рассматривается как явление объективной реальности, или субъективной – по позиции других, когда под риском понимается психическое отношение субъекта к результату объективно случайных последствий своего поведения или с субъективно-объективной (дуалистической) стороны – позиции третьих, когда риск рассматривается с точки зрения взаимосвязи его объективных и субъективных характеристик [2, с. 14].



Проецируя понятие риска на квалифицированного инвестора, можно констатировать, что отличие субъективного подхода от объективного применительно к квалифицированному инвестору заключается в том, что в первом случае риск оценивается на основании мыслительной деятельности субъекта, а во втором случае риск определяется на основании соответствующих нормативных правовых актов и эмиссионных документов.

Теоретико-правовые представления о **дуалистической концепции** риска сформулировала О. С. Гринчук, которая, как и другие представители данной концепции, рассматривает риск с позиций вероятностного вреда (объективная реальность), как это принято в объективной концепции, а предвидение риска, по ее мнению, всегда субъективно [5, с. 205].

Очевидно, что данная концепция наиболее полно отражает сущность риска применительно к квалифицированному инвестору, так как, по нашему мнению, объективная реальность в виде конкретного объекта риска неотделима от мыслительного процесса по оценке вероятности наступления или не наступления негативных последствий от вложения средств в высокорисковые финансовые инструменты.

#### **Понятие квалифицированного инвестора.**

Отдельными вопросами изучения тем, так или иначе связанных с квалифицированным инвестором, занимались российские ученые в соответствующих областях научных знаний и, в первую очередь, следует отметить С. А. Хабарова[28], О. М. Шевченко[31], А. С. Селивановского[21], С.М. Криволицкую[8], А.В. Габова [4].

Соглашаясь с С. А. Хабаровым[27, с.9] и О. М. Шевченко[31, с. 25] о недостаточной изученности института квалифицированного инвестора в юридической доктрине, следует отметить, что имеющиеся исследования позволяют выделить основные квалифицирующие признаки правовой природы понятия «квалифицированный инвестор» и определить особенности этого правового института, что должно представлять ценность и для правоприменителя, и для законодателя в преддверии принятия новых изменений в ФЗ № 39-ФЗ и ряд других федеральных законов в части введения регулирования категорий инвесторов–физических лиц на основании предлагаемого Проекта Федерального закона N 618877-7 «О внесении изменений в Федеральный закон «О рынке ценных бумаг» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

По мнению А.С. Селивановского, «смысл введения института квалифицированного инвестора заключается в стремлении законодателя установить особые правила обращения наиболее рискованных ценных бумаг» [21, с. 87].

Общие положения энциклопедической литературы относительно формулирования понятия «квалифицированного инвестора» сводятся к характеристике его как лица (физического или юридического), признанного таковым для совершения сделок на рынке ценных бумаг в отношении определенных финансовых инструментов [32].

Анализ доктринального толкования правовой природы и понятия «квалифицированный инвестор» позволяет сделать вывод о необходимости выделения в теории права двух подходов к толкованию этого термина: субъективный и объективный подход. Субъективное и объективное - сугубо философские понятия, которые прочно вошли в право, и стали неотделимой его частью. Субъективное право, как известно, - это зависимое от субъекта, связанное с ним, зависит от его воли, а объективное право – это нечто, существующее вовне, не связанное с конкретным субъектом и не зависит от его воли.

#### **Субъективный подход к пониманию квалифицированного инвестора.**

Субъективный подход, суть которого сводится к тому, что в основу квалификации, т.е. признания лица квалифицированным инвестором, должно быть положено наличие таких субъективных качеств, как знания и опыт, позволяющие лицу адекватно оценивать риски при инвестировании денежных средств в ценные бумаги. При чем, как нам представляется, только знания, без опыта не дают оснований полагать, что лицо может быть признано квалифицированным инвестором. Е. Н. Пономарева, сравнивая квалифицированного инвестора с «искушенным» инвестором, как это принято в международной практике, акцентирует внимание на опыте и квалификации, позволяющей исследуемой группе инвесторов адекватно оценивать риски, отмечает, что «это лица, которые хорошо знают, что такое рынки капитала, как работают их механизмы, и осуществляют на них профессиональную деятельность». [18, с. 45].

С.М. Кроливецкая, подходя к определению понятия «квалифицированный инвестор» с позиций экономического характера их деятельности, характеризует их как «профессионалов, имеющих солидный капитал и готовых к высокой степени риска» [8, с. 113], что свидетельствует о близости исследователя именно к субъективной категории подхода к понятию «квалифицированный инвестор».

Автор также неоднократно указывала на то, что только знания и опыт профессионала, способного реально оценить сущность того или иного финансового инструмента, просчитать риски и возможность наступления негативных последствий в результате инвестирования в тот или иной финансовый инструмент, отличает квалифицированного инвестора от обычного инвестора [9, 11,14].

Таким образом, анализируя понятие «квалифицированный инвестор» с позиций субъективного подхода, необходимо учитывать в первую очередь такие категории, как опыт и знания, которые позволят конкретному физическому лицу оценить уровень риска, принимая или избегая его. Например, при принятии решения об инвестировании в субординированные облигации иностранного эмитента необходимо:

1. Иметь знания, т.е. знать главную особенность данного финансового инструмента, изучить и ознакомиться с эмиссионными документами и, самое главное, понимать, что в случае наступления последствий, описанных в ст. 25.1.

ФЗ № 39-ФЗ, например, в случае санации банка–заемщика по субординированному займу, выступающему обеспечением субординированных облигаций, все инвестиции лица будут потеряны, так как в таких случаях происходит списание сумм субординированного займа на убытки, в результате чего субординированные облигации теряют свое обеспечение, а держатели таких финансовых инструментов лишаются своих инвестиций.

2. Иметь опыт работы на фондовом рынке, т.е. используя методы фундаментального и технического анализа, определять момент для покупки или, наоборот, продажи определенных финансовых инструментов в целях фиксации прибыли или минимизации убытков и т.д.

3. Уметь анализировать риски на основании знаний и опыта. Например, понимать, что вложения в высокорисковые финансовые инструменты чреватые негативным последствиям в виде утраты всех инвестиций.

Безусловно, субъективный подход к понятию «квалифицированный инвестор» очень близок к субъективной концепции риска. Квалифицированный инвестор с позиции субъективного подхода - это лицо, знания и опыт которого позволяют адекватно оценить риски инвестиций, т.е. в данном случае мы ведем речь о психических, мыслительных процессах применительно к возможности принятия решения об инвестировании в сложные финансовые инструменты, об оценке уровня риска финансовых вложений и, соответственно, определения приемлемого уровня риска в условиях, когда неизвестен результат получения или утраты дохода от вложений.

#### **Объективный подход к пониманию квалифицированного инвестора.**

Суть объективного подхода сводится к тому, что в основу разделения квалифицированных и неквалифицированных инвесторов должны быть положены не субъективные критерии, а объективная реальность в виде наличия конкретного перечня финансовых инструментов, предназначенных для квалифицированных инвесторов.

А.В. Габов характеризовал квалифицированных инвесторов как «инвесторов, которые могут инвестировать имущество в объекты инвестирования повышенного риска и именно определенный позитивным правом повышенный уровень риска (или просто повышенный риск) и есть тот критерий, который отличает квалифицированных инвесторов от всех остальных» [4, с. 435].

Позиций, схожих с А. В. Габовым, придерживается и С. А. Хабаров, который в своем исследовании отмечает недоработки законодателя с точки зрения зависимости уровня квалифицированного инвестора от степени риска финансовых инструментов, к которым он допущен в силу наличия у него этого статуса [28, с. 48] и О.М. Шевченко, которая под квалифицированными инвесторами предлагала понимать «особую группу, обладающую дополнительными правами по осуществлению инвестиционных операций на рынке ценных бумаг, которые не предоставлены прочим инвесторам, не имеющим статуса квалифицированных». [31, с. 25].

Безусловно, установление на законодательном уровне категорий риска - это основная задача, реализация которой приведет к гарантированной защите прав инвесторов на уровне Закона. Как справедливо отмечал А. В. Габов, сначала нужно установить «правовой режим инвестирования в объекты инвестиций повышенного риска, определять правила такого инвестирования и правила отнесения объектов инвестиций к объектам повышенного риска, а уже затем определять правила квалификации лиц, которые могут такое рискованное инвестирование осуществлять». [4, с. 437].

#### **Заключение.**

Резюмируя изложенное, полагаем, что напрашивается вывод не только о необходимости дать понятие «квалифицированный инвестор» на законодательном уровне, но и выделить отдельное понятие претендента на получение статуса квалифицированного инвестора или заявителя. Ведь по сути, в объективной реальности, любое лицо, претендующее на какой – либо статус, должно сначала подтвердить наличие основания для этого: чтобы стать адвокатом, нужно иметь высшее юридическое образование и опыт работы по юридической специальности, хочешь быть доктором наук - стань сначала кандидатом наук и выполни все те требования, которые дают право претендовать на получение статуса доктора наук и т.д. Ввиду изложенного представляется, что и физическое лицо – инвестор тоже должно сначала стать претендентом, а уж потом квалифицированным инвестором.

Под претендентом на статус квалифицированного инвестора (заявителем), по нашему мнению, следует понимать физическое лицо, уровень знаний которого, подкрепленный опытом использования методов фундаментального и технического анализа, позволяет ему определять момент покупки или, наоборот, момент продажи определенных высокорисковых финансовых инструментов, предназначенных для лиц этой категории и, к тому же, представившее лицу, осуществляющему квалификацию, документы, подтверждающие соответствие претендента(заявителя) установленным законодательством требованиям, предъявляемым к квалифицированному инвестору. В качестве претендента, по нашему мнению, ни в коем случае не может рассматриваться вкладчик. Только инвестор, при чем инвестор, имеющий опыт инвестиций на рынке ценных бумаг может претендовать на статус квалифицированного инвестора.

Квалифицированный инвестор, по нашему мнению, - это физическое лицо, получившее легитимацию в этом качестве в порядке, предусмотренном ФЗ № 39-ФЗ на основании решения лица, осуществляющего квалификацию. Решение о признании лица квалифицированным инвестором с одной стороны, должно стать основным документом, подтверждающим соответствие физического лица тем требованиям, которые предъявляются законодательством к квалифицированному инвестору, а с другой стороны, решение должно иметь форму ненормативного акта, за незаконное принятие которого субъект квалификации должен нести субъективную ответственность в порядке, установленном законодательством.

### Список литературы

1. Антипова О.М. Правовое регулирование инвестиционной деятельности (анализ теоретических и практических проблем). Москва: Волтерс Клувер, 2007. С.4
2. Болобонова М.О. Понятие гражданско-правового риска // Право и экономика. 2016. N 10. С. 14.
3. Буренин А.Н. Рынок ценных бумаг и производных финансовых инструментов. М.: НТО им. Академика С.И. Вавилова, 2002. С.13
4. Габов А.В. Ценные бумаги: вопросы теории и правового регулирования рынка. М.: Статут, 2011. 1104 с.
5. Гринчук О.С. Актуальные вопросы теории риска // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. 2014. № 2 (26). С. 205-209.
6. Инвестиции: Системный анализ и управление / Под ред. проф. К.В. Балдина. 2-е изд. Москва: Дашков и Ко, 2007. 288 с.
7. Исеев Р.М. Участники рынка ценных бумаг: правовой статус // Банковское право. 2006. № 3. С. 17.
8. Кроливецкая С.М. Роль квалифицированных инвесторов в инновационно-инвестиционном развитии социально-экономических систем // Научные труды Северо-Западного института управления. 2014. Т. 5. №3 (15). С. 113.
9. Львова С. В. С квалификацией, но без опыта, или Квалифицированные инвесторы на скорую руку // Юридическая работа в кредитной организации. 2017. № 3. С. 74 - 82.
10. Львова С. В. Займы на рынке еврооблигаций: правоотношения участников и последствия для банков // Международные банковские операции. № 1, январь-март 2018 г. С. 6-14.
11. Львова С. В. С риском, но без доли, или чему учит история с кредитными нотами Банка ТРАСТ? // Банковское кредитование. № 3(73). 2017. С. 12-22.
12. Львова С.В. Экспроприация экспроприаторов, или Сага об изъятии премий работников «повисших» банков // Трудовое право. 2017. № 10. С. 107–111.
13. Львова С. В. Суборды: LOST// Cbonds Review. 2018. № 2 (105). С. 76-81.
14. Львова С. В. Модели делегирования полномочий при признании физического лица квалифицированным инвестором // Вестник арбитражной практики. 2019. N 4. С. 36 - 44.
15. Майфат А.В. Инвестор: понятие, статус, деятельность // Современное право. 2005. № 10. С. 7.
16. Миркин Я.М. Ценные бумаги и фондовый рынок. М.: Перспектива, 1995. С.324
17. Мохов А.А. Проблемы истины в условиях состязательности // Современное право. N 12. 2002. С. 32.



18. Пономарева Е.Н. Принципы государственного регулирования коллективных инвестиций в России и за рубежом: сравнительный анализ // Законодательство и экономика. 2008. N 1. С. 45.
19. Популярный толково-энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. URL: <https://slovar.cc/rus/tolk-enc/1462362.html>. (дата обращения 12.12.2019)
20. Популярный толково-энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. URL: <https://slovar.cc/rus/tolk-enc/1462362.html>. (дата обращения 12.12.2019)
21. Селивановский А.С. Правовое регулирование рынка ценных бумаг. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. 584 с.
22. Семилютин Н.Г. Проблема соотношения гражданского законодательства и специального законодательства о рынке финансовых услуг (на примере Федерального закона «Об инвестиционном товариществе») // Журнал российского права. 2012. N 7. С. 120;
23. Серебрякова Т.А. Регулирование инвестиционной деятельности: финансово-правовой аспект: Дис.... канд. юрид. наук. Саратов, 2002. 210 с.
24. Тихомиров Ю.А. Публичное право. Учебник. Москва: БЕК, 1995. С. 313
25. Ткаченко И. Ю. Инвестиции: учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений / И. Ю. Ткаченко, Н. И. Малых. Москва: Издательский центр академия, 2009. 240 с.
26. Ушаков Д.Н. Толковый словарь русского языка Ушакова. 2012 [Электронный ресурс]. URL: <https://slovar.cc/rus/ushakov/454039.html> (дата обращения 12.12.2019)
27. Хабаров С.А. Понятие «квалифицированный инвестор»: некоторые тенденции развития // Юрист. 2016. N 5. С. 9.
28. Хабаров С. А. Принцип легалитета и вопросы квалификации ценных бумаг // Журнал предпринимательского права. 2016. № 4. С.48-51.
29. Холкина М.Г. Защита прав инвесторов на рынке ценных бумаг: научно-практическое пособие // СПС Консультант Плюс. 2014.
30. Чикулаев Р.В. Вопросы правосубъектного состава отношений оборота ценных бумаг // Вестник Пермского университета. Юридические науки. 2012. N 3. С. 189.
31. Шевченко О.М. Функции профессиональных участников рынка ценных бумаг в сделках с ценными бумагами, предназначенными для квалифицированных инвесторов // Законы России: опыт, анализ, практика. 2015. N 1. С. 24-31.
32. Энциклопедия инвестора [Электронный ресурс]. URL: <http://investments.academic.ru> (дата обращения 12.12.2019)

© С.В. Львова 2019



## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Лаптева Елена Владимировна

к.э.н., доцент

Огородникова Елена Петровна

к.э.н., доцент

**Аннотация:** В монографии рассмотрены основные направления цифровизации российской экономики. В настоящее время в России начинают развиваться ряд инновационных платежных технологий, уже зарекомендовавших себя в других странах. Среди которых наибольшее внимание уделено использованию таких как силиконовые браслеты и керамические кольца с чипом, развитие цифрового банкинга, дистанционные каналы обслуживания и другие. В рамках экосистем потребители будут получать помимо финансовых телекоммуникационные, розничные и прочие услуги; банковские операции будут проводить почти мгновенно; клиенты будут получать только персонализированные предложения.

Рассмотрен механизм построения бизнес-процессов с использованием BPM – системы, которая используется в основном в банковском и финансовом секторе экономики. Основное назначение BPM-системы - это совершенствование бизнес-процессов.

Рассмотрены: система управления терминальной сетью, которая полностью является российской разработкой; система управления жизненным циклом устройств самообслуживания, построенная на базе BPM-технологий, которая имеет встроенную систему хранения данных и встроенную систему построения отчетности.

В российских банках, произошел заметный перелом в сознании сегодняшних управленцев и руководителей. Если раньше основной целью оптимизации являлось сокращение расходов, то сегодня речь идет о том, чтобы работать лучше – качественнее, эффективнее.

Выделены основные стимулы для российских банков к запуску продуктовых инноваций, как одно из направлений привлечения клиентов и более точно соответствовать их потребностям. Выделен один из способов – запуск принципиально новых продуктов на основе цифровых технологий.

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, блокчейн, бандинг, биометрия, инновации, цифровая экономика, электронные платежи банк, BPM – системы, бэк-офисные, скоринг модели.

## DIGITAL TRANSFORMATION OF THE FINANCIAL SECTOR IN THE RUSSIAN ECONOMY

Lapteva Elena Vladimirovna  
Ogorodnikova Elena Petrovna

**Abstract:** the monograph considers the main directions of digitalization of the Russian economy. Currently, a number of innovative payment technologies are beginning to develop in Russia, which have already proven themselves in other countries, among which the greatest attention is paid to the use of such as silicone bracelets and ceramic rings with a chip, the development of digital banking, remote service channels and others. Within ecosystems, consumers will receive telecommunications, retail and other services in addition to financial services; banking operations will be carried out almost instantly; customers will only receive personalized offers.

The mechanism of building business processes using the CRM system, which is used mainly in the banking and financial sector of the economy, is considered. The main purpose of a BPM system is to improve business processes.

Considered: terminal network management system, which is completely a Russian development; life cycle management system of self-service devices, built on the basis of BPM-technologies, which has a built-in data storage system and a built-in reporting system.

In Russian banks, there was a noticeable change in the minds of today's managers and executives. If earlier the main goal of optimization was to reduce costs, today we are talking about how to work better-better, more efficiently.

The main incentives for Russian banks to launch product innovations as one of the ways to attract customers and more accurately meet their needs are highlighted. One of the ways is the launch of fundamentally new products based on digital technologies.

**Key words:** business process, blockchain, banking, biometrics, innovation, digital economy, electronic payments Bank, BPM systems, back-office, scoring models.

### **Основные факторы развития цифровизации в России.**

В России запущена программа «Цифровая экономика РФ». Осуществление этой программы позволит повысить производительность труда в России к 2024 году на 30%, при этом новые сектора российской экономики будут создавать более 10% российского ВВП.

Современный мир, очень трудно представить без электронных платежей, ведь они сегодня составляют важную роль в буднях обычного среднестатистического гражданина. Мы пользуемся ими везде, для оплаты интернета, сотовых услуг, покупок в магазине, даже заработную плату, пенсии и стипендии большинство населения получают на свои счета именно таким образом.

Современными денежными системами такие платежные средства воспринимаются как деньги, которые не подлежат размену, имеют кредитную основу, служат для расчетов, обращения, накопления, обладают определенным уровнем надежности.

С каждым днем спрос на цифровые технологии для бизнеса на рынке растет. Сейчас клиенты ожидают, что любое их желание - даже необычное -

будет выполнено максимально быстро и точно. Именно прорывные технологии помогают решить эти задачи. Предприятия, которые не смогут адаптироваться к требованиям цифрового потребителя, скорее всего, обанкротятся и перестанут существовать. Их уничтожат новые высокотехнологичные компании, потому что потребители получают доступ к более продвинутым сервисам.

Часто компании тратят огромные средства на поддержание устаревших технологий, которые уже давно не приносят большой прибыли и не соответствуют требованиям цифрового рынка. Сохранять устаревшие технологии в рабочем состоянии - слишком дорого, модернизировать - еще дороже. К тому же для их обслуживания требуется не один человек. Намного легче потратиться на новейшие технологии и расширять пул клиентов, чем медленно разорваться, пытаясь поддерживать нерентабельный бизнес.

Процесс цифровизации в рамках страны идет неравномерно, и мегаполисы, как правило, опережают другие территории. Такая тенденция характерна для большинства стран мира, считают в VCG. Однако к 2024 году в России планируется создать «умные» города как в населенных пунктах с численностью населения свыше 100 тыс. человек и являющихся административными центрами субъектов РФ, так и в локациях с населением менее 100 тыс. человек. В рамках федерального проекта Минстроя РФ уже утвержден стандарт и обязательные требования к «умным» городам, а также выбраны пилотные зоны. В список пионеров вошли подмосковные Дубна, Ивантеевка и Реутов (всего для участия в пилотировании подал заявки 41 город из 27 регионов).

По данным FinTech Power 2019 – второго ежегодного форума финтехинноваций, - рейтинг цифровизации банков- лидеров инноваций имеет следующий состав. Итак, первая десятка финтехлидеров России: Тинькофф, Сбербанк, Альфа-Банк, Райффайзенг банк, Ак Барс Банк, Росбанк, ВТБ, Русский стандарт, Банк Санкт-Петербург, Уралсиб. Одни банки привлекают стартапы для инновационной деятельности, другие ведут разработку собственными силами.

Критериями оценки стали наличие актуальных цифровых сервисов, проникновение мобильных приложений банка, активность поддержки в соцсетях, финансовые показатели цифровизации.

Цифровизация поможет сократить расходы банков на 10 - 15%, технологии больших данных позволят максимально точно оценивать клиента при выдаче кредита, значительная доля дохода будет приходиться на небанковские услуги.

В рамках экосистем потребители будут получать помимо финансовых телекоммуникационные, розничные и прочие услуги; банковские операции будут проводить почти мгновенно; клиенты будут получать только персонализированные предложения.

Банки как локомотив внедрения инноваций и поставщик кадров для других отраслей; ИТ-компании станут полноценными поставщиками финансовых услуг и конкурентами банков; крупные банки станут центрами

экосистем, предлагающими широкий спектр услуг; небольшие банки станут нишевыми игроками.

У цифровой трансформации банковской отрасли в России есть хорошая база. Все больше россиян используют дистанционные каналы обслуживания, при этом уровень их распространения отстает от уровня проникновения интернета, что говорит о потенциале роста. Мобильные приложения российских банков имеют сейчас в полтора-два раза больше функций, чем аналогичные приложения ведущих банков Европы. Отчасти это объясняется тем, что в России отрасль формировалась уже в цифровую эпоху, сразу перенимая лучшие практики. В 2018 году Россия вошла в топ – 5 стран Европы по развитию цифрового банкинга. [1]

Драйвером продуктовых инноваций в банковской отрасли является анализ больших массивов данных, машинное обучение, углубленная аналитика, искусственный интеллект, робоэдвайзинг, а также блокчейн, позволяющий совершать операции без посредников. На основе этих технологий создаются принципиально новые продукты, сервисы и возможности, например услуги, ранее требовавшие личного присутствия клиента в банке, а теперь перешедшие в онлайн.

Главный стимул для банков к запуску продуктовых инноваций – желание удержать клиентов и более точно соответствовать их потребностям. Один из способов – запуск принципиально новых продуктов на основе цифровых технологий. Например, это онлайн-сервис ипотечного брокера у Тинькофф Банка или идентификация пользователя по фотографии при совершении переводов у банка «Открытие». Биометрическая идентификация в дальнейшем будет набирать популярность не только для идентификации клиента, но и, скажем, для удаленного заключения договора. Все больше банков предлагают персонализированные кешбэк – сервисы с возможностью выбора категорий покупок, а некоторые (Сбербанк, ВТБ) используют предиктивную аналитику для создания индивидуальных предложений. Количество взаимодействий с клиентом сокращается, при этом они становятся более эффективными. Помимо персонализации предложений банкам необходимо развивать омниканальность обслуживания: не просто по различным каналам, а интеграцию этих каналов в единую систему. Для запуска продуктовых инноваций необходимо создавать новые идеи. Постоянное отслеживание трендов и понимание потребностей клиентов- решающие факторы для появления актуальных идей, обладающих коммерческим потенциалом. Важна тут и скорость вывода новых продуктов на рынок: чем быстрее банк запускает новые качественные продукты, тем больше конкурентных преимуществ он получает. [2]

Основные выгоды от цифровой трансформации для традиционных игроков состоят в кратном сокращении затрат и ускорении банковских операций. Как показывает опыт McKinsey, сквозная цифровизация ключевых процессов в традиционном банке, будь то продажи новых продуктов или сервисное обслуживание в отделениях, позволяет сократить их стоимость на 40-60%. И если крупные игроки, имея нужные ресурсы и компетенции, могут

проводить полномасштабную цифровую трансформацию, небольшим банкам надо найти свою нишу.

Переход от классического формата банка к финансовой экосистеме для обслуживания как частных, так и корпоративных клиентов подразумевает усиление внимания к потребителю и его запросам, а также выстраивание партнерских отношений с другими компаниями. Услуги, предоставляемые партнерами, должны отвечать широкому кругу повседневных потребностей клиентов. Необходимость применения и развития новых умений таит в себе риски, но в перспективе владелец экосистемы получает право на долю доходов партнеров.

Важным фактором инновационного развития является умение взаимодействовать с технологическими компаниями при совместной разработке и внедрении инновационных решений, аутсорсинге инноваций и других форм сотрудничества. Стратегическими партнерами банков становятся агрегаторы пользовательской информации (например, социальные сети и операторы связи), предоставляющие доступ к внешним данным о клиентах. [3]

Исходя из чего можно выделить следующие четыре фактора успеха.

Во – первых, четкая стратегия, которая должна включать в себя план развития по трем типам инноваций: продуктовые, процессные и инновации в построение бизнес – модели.

Во- вторых, партнерство. Развитие отношений с ЦБ, банками, финтехом и ИТ-компаниями позволит дополнить знания и умения новыми компетенциями, получив при этом конкурентное преимущество. Банкам следует внимательно отслеживать деятельность финтех – компаний и стартапов на рынке, выявлять наиболее перспективные, затем покупать их или создавать стратегические партнерства. [4]

Банкам следует внимательно отслеживать деятельность финтех-компаний и стартапов на рынке, выявлять наиболее перспективные, затем покупать их или создавать стратегические партнерства. [5]

Несмотря на растущие темпы цифровизации, полностью цифровых банков на российском рынке пока единицы. Причина некоторого торможения – накопленные «зоопарки» систем, определяемые спецификой каждого конкретного банка, а также жесткими регламентами. Сформированные ранее ИТ-инфраструктуры отличаются малой гибкостью и сложностью интеграции с новыми решениями. Однако традиционные банки создают в своей структуре или вне ее блоки цифрового бизнеса и стремятся быть в тренде, внедряя отдельные цифровые решения. [6]

Таким образом, может отметить, что в настоящее время в России начинают развиваться ряд инновационных платежных технологий, уже зарекомендовавших себя в других странах. Но несмотря на преимущества и удобства электронных платежей, согласно результатам социологических опросов, для трети россиян основным способом оплаты остаются наличные, но в некоторых случаях нельзя обойтись без более современных методов. Которые в будущем будут играть основную роль в денежном обращении.



### **Инновационные технологии в российском финансовом секторе.**

В настоящее время в России начинают развиваться ряд инновационных платежных технологий, уже зарекомендовавших себя в других странах. Но несмотря на преимущества и удобства электронных платежей, согласно результатам социологических опросов, для трети россиян основным способом оплаты остаются наличные, но в некоторых случаях нельзя обойтись без более современных методов. Которые в будущем будут играть основную роль в денежном обращении.

Для зарубежных компаний цифровая трансформация воспринимается скорее, как возможность захватить новые рынки, то для многих российских компаний - цифровая трансформация - это возможность наконец-то оптимизировать свои внутренние бизнес-процессы и сократить затраты. В США и европейских странах давно наблюдается тенденция сокращения отделений коммерческих банков и переход на Интернет обслуживание. Такая практика сокращает расходы банков на обслуживание своих отделений и, как следствие, увеличивает прибыль и количество клиентов, которые дорожат своим временем и деньгами. Также, клиентам обеспечивается круглосуточная поддержка по возникшим вопросам и исключается необходимость посещения отделения банка. [1]

На основании материалов исследования Школы менеджмента MIT Sloan и компании Capgemini Consulting, посвященного анализу тенденций цифровой трансформации, можно выделить Digital transformation framework на основании которого проанализировать российскую специфику цифровой трансформации.

Анализируя отдельные элементы данного Фреймворка, можно выделить основные тенденции, которые в России востребованы больше, и те которые пока не нашли своего применения во всероссийских компаниях.

В первую очередь фокус российских компаний в части цифровой трансформации направлен на преобразование операционных процессов (блок 2 – преобразуя операционные процессы), с целью сокращения существующих затрат. Информационные системы используют для автоматизации рутинных процедур (процесс цифровизации), а также переводят сотрудников на дистанционные формы работы и используют средства для совместной работы (реализация возможностей работника).

Дополнительным трендом цифровой трансформации является применение технологий для повышения операционной эффективности (управление производительностью), например, в процесс продаж многих российских компаний внедряются автоматизированные системы контроля эффективности менеджеров по продажам с детальной отчетностью для руководителей, что позволяет повысить операционную эффективность. [2]

Во вторую очередь российские компании стремятся к трансформации клиентского опыта (блок 1 - трансформируя клиентский опыт). Это в первую очередь анализ активностей клиентов в социальных сетях (понимание клиентов). Банки уже активно используют новые информационные технологии в своих процессах, страховые компании и телеком - также активно



трансформируют свои бизнес-процессы в цифровой формат. В последнее время уже многие российские компании находят новые каналы контакты с клиентом, в социальных сетях или через экспертные сообщества (точка контакта с клиентом). [3]

А вот с преобразованием бизнес-модели возникают заминка, пока масштабных кейсов по цифровой модифицированной компании, новых цифровых компаний и цифровой глобализации – пока не видать.

Цифровая трансформация бизнеса - не очередной маркетинговый термин, это новая реальность, требующая от бизнеса радикального пересмотра бизнес-процессов и подходов к работе с клиентами. Способность быстро адаптироваться к изменениям и оптимизировать свою работу «на лету», подстраиваясь под ожидания клиента, - главные вызовы, которые активно входят в бизнес. [4]

Цифровой бизнес можно построить с нуля, а можно изменить уже существующий. С одной стороны, запуск цифрового бизнеса с нуля требует наличия технологических компетенций и предполагает определенную долю риска: готовых решений зачастую нет, и сложно делать прогнозы. С другой - цифровая трансформация существующего предприятия иногда требует полного уничтожения имеющейся бизнес-модели. Так что предприниматель должен сам оценить масштаб потенциальных рисков.

Ожидания клиентов по поводу скорости и качества предоставления услуг стремительно растут. Особенно это касается молодого поколения потребителей. Высокий уровень сервиса становится требованием по умолчанию. Запрос на получение кредита, активация услуги, заказ товаров, доступ к информации о расходах, получение консультации - клиенты хотят выполнять все эти операции здесь и сейчас с помощью устройств, которые у них «под рукой». Потребители все больше ценят свое время, им нужна мгновенная обратная связь, а также понятный и удобный интерфейс для удовлетворения их потребностей. Хороший дизайн информационных ресурсов, наличие онлайн-чатов, индивидуальный подход — это мир, к которому клиенты уже успели привыкнуть.

Для того, чтобы соответствовать высоким ожиданиям клиентов, компании должны ускорить оцифровку своих бизнес-процессов. Для этого мало автоматизировать существующие бизнес-процессы. Компаниям необходимо изобрести их заново. [5]

Одной из платформ для партнерства стало развитие открытых API. Открытый банкинг изменит стратегии, бизнес – архитектуру и подход всех банков, которые переживут процесс внедрения цифровых технологий.

С каждый днем на рынке появляется несколько финтех компаний, которые анализируя все доступные данные предлагают новые способы повышения продаж, оптимизации работы с клиентской базой повышения прозрачности маркетинга. Британские ученые на основе проведенных исследований, пришли к выводу что банки не достаточно усердно борются за потребителей. Многие банки остаются закрытыми для финтех компаний, а ведь

они могли бы сделать банкинг более понятным, быстрым, а самое главное, полезным для клиентов. Открытый API – один из самых эффективных способов получить свежие идеи для развития бизнеса. [6]

Основными целями цифровой трансформации, является повышение скорости принятия решений, увеличение вариативности процессов в зависимости от потребностей и особенностей клиента, снижение количества вовлеченных в процесс сотрудников.

Компании Российской Федерации не спешат изменяться и использовать новейшие технологии в своей бизнес-модели, опрос консалтинговой компании Strategy Partners показал, что 91% российских компаний на сегодняшний день используют устаревшую бизнес-модель, и только 4% осуществляют бизнес с использованием стратегии цифровой трансформации.[7]

Российские компании уступают компаниям развитых стран по уровню внедрения цифровых технологий. В России около 17% компаний активно участвуют в электронных закупках, в то время как в странах ОЭСР – 48 %. Электронные продажи как инструмент используют 13% российских компаний, в странах ОЭСР – 48%. [8]

Оцифровка существующих процессов - это дорогое и часто достаточно бесполезное занятие, так как автоматизируются все существующие проблемы, недочеты и «костыли». Необходимо сместить центр тяжести в стороны новых возможностей, дающих компании конкурентное преимущество.

Создание цифровых бизнес-процессов связано с фундаментальным реинжинирингом и пересмотром существующих ограничений. На начальном этапе перестройки необходимо выбрать те области процесса, которые связаны с клиентским опытом.

Преимущество оцифровки бизнес-процессов, заключается в возможности сбора информации о клиентском опыте и автоматической адаптации отдельных сценариев процесса в соответствии с ожиданиями потребителей. Текущий уровень развития технологий позволяет достаточно точно предугадывать потребности клиентов и наиболее релевантные способы, и каналы коммуникаций.

Человеческий фактор, устаревшие ИТ-системы, недостаток знаний, привычки клиентов - главные препятствия на пути цифровой трансформации. Предлагается 5 направлений которые позволят сделать переход на новые бизнес-процессы менее сложным, затратным и рискованным:

Цифровая трансформация должна поддерживаться и продвигаться топ-менеджментом компании. Необходимое создание кросс-функциональной команды, состоящей из сотрудников подразделений, которые отвечают за отдельные аспекты процесса.

Традиционно новые бизнес-процессы внедряются в рамках действующей организационной структуры силами сотрудников, которая давно работает в рамках существующих процессов. В таком подходе заложены большие риски. [9]

Эволюционная интеграция с legacy-системами.

Цифровая трансформация бизнес-процессов затрагивает большое количество legacy-систем, от которых невозможно избавиться одномоментно.

Привычки клиентов меняются медленно, это тормозит внедрение новых технологий обслуживания.

Классическая теория по оптимизации и реинжиниринга бизнес-процессов в новых реалиях дополняется гибкими подходами. Уходит в прошлое описание бизнес-процессов, оторванное от самих бизнес-процессов. Такое описание

Другая характерная черта нового подхода - сокращения длительности цикла оптимизации процессов. Использование А/В тестирования, контрольных групп и других инструментов для оценки вносимых изменений позволяют быстро проверять и внедрять изменения в процессах с минимальными рисками получить негативные результаты.

#### **Трансформация бизнес – процессов банка с помощью bpm-системы.**

Одной из сфер, где активно применяются системы класса Business Process Management (BPM), является банковская отрасль, поскольку борьба за клиентов вынуждает банки становиться все более высокотехнологичными организациями. Именно при автоматизации бизнес-процессов банка проявляется сильная сторона систем BPM – быстрота внесения изменений в автоматизированные.

Сильная конкуренция в банковском секторе приводит банки к необходимости совершенствовать свои процессы взаимодействия с клиентом. Например, в процессе кредитования для клиента ключевым при принятии решения о выборе той или иной финансовой организации является не только процентная ставка по кредиту, но и скорость принятия решения о его предоставлении.

Сейчас на предприятиях для решения каждого класса задач принято устанавливать специализированную систему. Поэтому в компаниях, где параллельно идет множество бизнес-процессов, а финансовые компании именно такие - большинство сотрудников вынуждены работать одновременно с несколькими системами. Эти системы могут обмениваться данными, но пользователю так или иначе приходится работать с разными системами, интерфейсы которых различаются. Кроме того, их периодически нужно обновлять, да и сбои тоже случаются.

Технологии BPM позволяют использовать один экран, одну систему. Ее интерфейс напоминает браузер, в котором есть список задач, а каждое действие сотрудника - определенный шаг бизнес-процесса. В результате сотрудник может оценить эффективность собственной работы и определить, как она влияет на работу других подразделений компании.

Основное назначение BPM-системы - это совершенствование бизнес-процессов. Каких именно — это уже каждая компания решает для себя самостоятельно, но наиболее эффективным является использование BPM-системы для совершенствования основных процессов, например, «Кредитования физических или юридических лиц» или «Сбора просроченной

задолженности», которые практически всегда бывают сквозными бизнес-процессами.

Применение BPM-систем способствует повышению прозрачности, согласованности, скорости и точности стратегического и оперативного планирования доходов и расходов, прогнозирования, непрерывного мониторинга и контроля финансовых и операционных показателей эффективности, подготовке внутренней и внешней отчетности. Ключевое преимущество BPM-технологий в том, что они позволяют банковским менеджерам быстро идентифицировать изменения в бизнесе банка, реагировать на них и прогнозировать их влияние, чтобы максимизировать возможности для снижения издержек и повышения прибыльности. Кроме того, банковский бизнес наиболее сильно подвержен рискам, а BPM-системы помогают обнаруживать и даже моделировать возможность появления риск-факторов для оперативного принятия мер по их минимизации вплоть до устранения.

Рассмотрим применение BPM систем в нескольких банках России [1]. Тинькофф банк проводил проект обработки кредитных заявок в режиме онлайн в 2011 году. Целью проекта было автоматизировать сквозной процесс онлайн-обработки заявок на выдачу кредитных продуктов. Для реализации проекта была выбрана платформа IBM Websphere, поскольку входящий в нее инструментарий BPM оказался наиболее подходящим для автоматизации уникальных бизнес-процессов заказчика.

В результате Тинькофф благодаря BPM смог сократить сроки принятия решений о выдаче кредитов с 24 часов до нескольких минут [7]. Проект в Тинькофф Банке стал первым в России внедрением BPM-стека от IBM подобного масштаба. Система способна обеспечивать обработку нескольких тысяч заявок в час. При пиковой нагрузке время обработки одной заявки составляет не более пятнадцати минут [2].

Автоматизированный процесс обработки дополнен удобным инструментом «ручного» управления - сервисом удержания заявок. Он позволяет привлекать экспертов для рассмотрения спорных заявок и отработки форс-мажорных ситуаций. За первые 3 месяца эксплуатации системы было одобрено свыше 300 тыс. кредитов, среднее время обработки заявки занимает 3-4 минуты. Статистика реализации проекта представлена в таблице 1.

**Таблица 1**

**Статистика эксплуатации решения**

Показатель	Значение
За 3,5 мес. Промышленной эксплуатации утверждено заявок	Более 300 000
Обработка заявок в день	Максимально 30000
Среднее время обработки заявок	Менее 5 минут

Целевые показатели оказались лучше в несколько раз. Также с помощью платформы IBM BPM в банке автоматизирован еще ряд процессов, включая бэк-офисные, например, «Согласование и оплата счетов», а также «Согласование договоров».

Целая серия проектов реализована в банке ВТБ24: автоматизированы процессы потребительского и авто-кредитования, привлечения новых клиентов, процессы, связанные с обслуживанием кредитов (изменение условий кредитов, предоставление различных справок и другое) [3]. Кроме того, банк ВТБ24 автоматизирует работу с помощью устройств самообслуживания. Процессинговая компания «МультиКарта» внедрила проект создания системы управления терминальной сетью (СУТС), который был развернут на весь парк банкоматов ВТБ24 в 2015 году. Система управления терминальной сетью это полностью российская разработка; система управления жизненным циклом устройств самообслуживания, построенная на базе BPM-технологий, которая имеет встроенную систему хранения данных и встроенную систему построения отчетности [4].

Новая система позволила выйти на качественно новый уровень в решении задач контроля и минимизации рисков возникновения ошибок в процессе управления жизненным циклом банкоматов. Текущий вариант реализации системы дал возможность реализовать единую базу данных по всем устройствам самообслуживания банка, в которой с легкостью поддерживается актуальная информация; сократить бумажный документооборот внутри Банка в процессе сопровождения устройств самообслуживания; реализовать механизм эскалации проблем, в случае их возникновения; получать операционную отчетность по процессам.

Этапы реализации проекта представлены на рисунке 1.



**Рис. 1 Реализация проекта системы управления терминальной сетью в ВТБ 24**

В АО "МСП Банк" в 2017 году начала работу автоматизированная система выпуска банковских гарантий от компании "Импелтех". Ее использование позволяет сократить время их выдачи до 1-2 суток [5].

Система представляет собой интернет-портал, на котором представитель малого или среднего предпринимательства может получить банковскую гарантию для осуществления деятельности в рамках госзаказа.



Подготовительная работа данного проекта включала в себя: анализ существующих проверок (стоп-факторов), утверждение скоринг моделей, изменение условий продуктовой линейки, изменение юридической конструкции, утверждение новых шаблонов банковской гарантии, закрепление минимум по два сотрудника от подразделений, участвующих в этом бизнес-процессе.

Данная система позволяет существенно сократить сроки рассмотрения заявки за счет автоматизации таких рутинных операций, как проверка организаций по стоп-факторам, осуществление скоринга, формирование текстов гарантии, подготовка и заключение договоров. Раньше эти операции осуществлялись вручную и могли занимать до четырех дней, теперь они осуществляются автоматически [5].

В системе используется более 15 общедоступных источников для осуществления скоринга: ЕГРЮЛ, Федеральная служба судебных приставов, Национальное бюро кредитных историй, Единая информационная система в сфере закупок и так далее. По ИНН организации, считываемому с электронной подписи, информация собирается из указанных источников, а затем автоматически осуществляется скоринг.

Оформление заявки для клиентов МСП банка максимально упрощено: клиент заходит на портал банка, вставляет электронную подпись, указывает параметры гарантии и через два часа получает предварительное решение, а через один-два дня – банковскую гарантию.

Таким образом, в последние годы мы видим рост интереса в российских банках к ВРМ. Также произошел заметный перелом в сознании сегодняшних управленцев и руководителей. Если раньше основной целью оптимизации являлось сокращение расходов, то сегодня речь идет о том, чтобы работать лучше – качественнее, эффективнее [6].

### Список литературы

1. Александрова Л.А., Лаптева Е.В., Огородникова Е.П. Цифровая трансформация российской экономики, особенности и пути развития. В сборнике: ЭКСПЕРТ ГОДА 2019 сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск, 2019. С. 4-9.
2. Сбербанк <http://www.sberbank.ru/ru/person>;
3. Android Pay в России: как подключить и заплатить телефоном <https://vc.ru/p/android-pay-how>;
4. Global connectivity index 2015 Benchmarking Digital Economy Transformation. URL: <http://www.huawei.com/minisite/gci/en/huawei-global-connectivity-index-2015-whitepaper-en.pdf> (дата обращения: 01.09.2019).
5. Digital Transformation — How to Become Digital Leader. URL: [http://www.adlittle.com/downloads/tx\\_adlreports/ADL\\_HowtoBecomeDigitalLeader\\_02.pdf](http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_HowtoBecomeDigitalLeader_02.pdf) (дата обращения: 29.08.2019).
6. Digital Transformation: A Model to Master Digital Disruption Kindle Edition// Jo Caudron , Dado Van Peteghem



7. Лаптева Е. В., Огородникова Е.П., А.В. Трипкош Инвестиционное кредитование ПАО Сбербанка России/ Лаптева Е. В., Огородникова Е.П., А.В. Трипкош // Финансовая экономика. -2019. -№ 1.- С. 359-363.

8. Лаптева Е.В. Структурно-динамический анализ показателей развития банковского сектора Российской Федерации/ Лаптева Е.В. // Заметки ученого. – 2016 - № 5(11).– С. 55-59.

9. Digital Transformation - How to Become Digital Leader. URL: [http://www.adlittle.com/downloads/tx\\_adlreports/ADL\\_HowtoBecomeDigitalLeader\\_02.pdf](http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_HowtoBecomeDigitalLeader_02.pdf) (дата обращения:10.09.2019).

УДК 657

## ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ ФЕДЕРАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ БЮДЖЕТНОГО УЧЕТА

**Сафина Зиля Забировна**

к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

**Аннотация:** Федеральным законом 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» введено понятие, регулирующее бухгалтерский учет в Российской Федерации, как «стандарт». Многие бухгалтера долго ждали введение в действие федеральных и отраслевых стандартов. Так с 1 января 2018 г. поэтапно вступают в действие, утвержденные Минфином федеральные стандарты, суть которых автором раскрыта в статье.

**Ключевые слова:** Бухгалтерский учет, бюджетный учет, стандарт, концептуальные основы, основные средства, обесценение активов, учетная политика, бухгалтерская(финансовая) отчетность.

## STAGES OF IMPLEMENTATION OF FEDERAL BUDGET ACCOUNTING STANDARDS

**Safina Zilya Sabirovna**

**Abstract:** Federal law 402-FZ "on accounting" introduced the concept governing accounting in the Russian Federation as a "standard". Many accountants have been waiting a long time for the introduction of Federal and industry standards. So from January 1, 2018, the Federal standards approved by the Ministry of Finance, the essence of which is disclosed by the author in the article, gradually come into effect.

**Key word:** Accounting, budget accounting, standard, conceptual framework, fixed assets, impairment of assets, accounting policy, accounting (financial) statements.

С целью совершенствования системы организации бухгалтерского учета и отчетности в Российской Федерации был принят Федеральный закон «О бухгалтерском учете». Реализация этого закона позволила повысить качество контроля финансового учета и отчётности, в том числе путем внедрения в систему регулирования учета стандартов – это документы, которые устанавливают минимально необходимые требования к бухгалтерскому учету, а также допустимые способы его ведения [4].

Программой подготовки федеральных стандартов для государственных учреждений определено, что бухгалтерский учет в государственных

учреждениях будет регламентировать 28 федеральных стандартов, часть из которых приняты и введены в действие поэтапно:

- 5 действуют с 01 января 2018 года;
- 5 вступили в силу с 01 января 2019 года;
- 10 вводятся в действие в 2020 году;
- 8 планируются к внедрению с 2021 года.

Стандарт бухгалтерского учета – это документ, который устанавливает минимально необходимые требования к бухгалтерскому учету, а также допустимые способы его ведения.

Так, с 1 января 2018 года при ведении бюджетного и бухгалтерского учета бухгалтера бюджетных и автономных учреждений применяют утвержденные Минфином федеральные стандарты.

Первым этапом внедрения стандартов бюджетного учета знаменуется регистрацией Минюстом четырех приказов Минфина об утверждении стандартов учета и отчетности для организаций государственного сектора:

- стандарт «Концептуальные основы бухгалтерского учета и отчетности организаций государственного сектора» – приказ от 31 декабря 2016 г. № 256н;
- стандарт «Основные средства» – приказ от 31 декабря 2016 г. № 257н;
- стандарт «Обесценение активов» – приказ от 31 декабря 2016 г. № 259н;
- стандарт «Представление бухгалтерской (финансовой) отчетности» – приказ от 31 декабря 2016 г. № 260н [6].

Учреждения обязаны применять новые правила учета с начала 2018 года. Соответственно, первая отчетность, сформированная по этим стандартам бухгалтера сформировали за 2018 год.

С внедрением поэтапного внедрения новых «порций» федеральных стандартов бюджетного учета является необходимость пересмотра учетной политики учреждения. Краеугольным камнем любой учетной политики должен стать стандарт «Концептуальные основы бухгалтерского учета и отчетности организаций государственного сектора». Он устанавливает термины и понятия, которые надо использовать в учете и отчетности.

Стандарт «Основные средства» предусматривает большую работу по пересчету амортизационных отчислений. В нем сказано, что все объекты, стоимостью до 100 тыс. руб. надо амортизировать полностью (100%). Напомним, что сейчас полностью амортизируют объекты стоимостью до 40 тыс. руб. В связи с этим нововведением бухгалтера были вынуждены доначислять амортизацию в 2018 году по некоторым объектам. Кроме того, сегодня есть один принцип начисления амортизации для бюджетных и автономных учреждений – линейный. Начиная с 2017 года надо будет принять решение и определить в учетной политике метод начисления амортизации, который удобен учреждению.

Например, если учреждение часто использует оборудование при оказании услуги и, следовательно, это оборудование изнашивается, тогда можно начислять амортизацию исходя из объема оказанных услуг. Производственный

способ начисления амортизации выгоден тем, кто считает налог на прибыль с приносящей доход деятельности. Бухгалтерам предстоит научиться проводить новую процедуру – обесценение активов. При обесценении имущество переводят на забалансовый счет, но это не списание актива. Например, у учреждения есть оборудование. Амортизация на него полностью не начислена. Но если оборудование использовать уже нельзя, так как это установлено на законодательном уровне, то бухгалтер амортизацию доначисляет полностью. Стоимостную оценку относят на финансовый результат, и имущество ставят на забалансовый счет.

С 2018 года изменилась методология и порядок представления учреждениями бухгалтерской (финансовой) отчетности. Федеральный стандарт «Представление бухгалтерской (финансовой) отчетности». Некоторые показатели отчетов придется обнародовать в обязательном порядке. Активы и обязательства в бухгалтерском балансе разделятся на краткосрочные (оборотные) и долгосрочные (внеоборотные). Это значит, что надо будет раскрыть показатели бюджетной отчетности на своем официальном сайте или ресурсе, который определен действующими законодательными актами (муниципальными правовыми актами).

Основное нововведение Федерального стандарта «Представление бухгалтерской (финансовой) отчетности» – показатели бухгалтерской (финансовой) отчетности надо публично раскрыть в интернете. Первый шаг к публичному раскрытию показателей – формирование бюджетной отчетности об исполнении федерального бюджета с применением подсистемы «Учет и отчетность» государственной интегрированной информационной системы управления государственными финансами «Электронный бюджет». Это правило предусмотрено пунктом 288 Инструкции № 191н. В Стандарте установлены показатели отчетности, которые обязательно нужно раскрыть. А именно показатели:

- баланса;
- отчета о финансовых результатах деятельности;
- отчета о движении денежных средств;
- отчета, сопоставляющего утвержденный бюджет и исполнение бюджета.

Учитывая, какие формы надо обнародовать, очевидно, что в ближайшем будущем изменятся формы бухгалтерской (финансовой) отчетности. Сейчас органы государственной власти, органы местного самоуправления и казенные учреждения составляют и представляют:

- баланс (ф. 0503130);
- отчет о финансовых результатах деятельности (ф. 0503121);
- отчет о движении денежных средств (ф. 0503123);
- отчет об исполнении бюджета (ф. 0503127);
- пояснительную записку (ф. 0503160).

Появится новое понятие – раскрываемые показатели. Сейчас показатели обнаружить и расшифровывать не нужно. Это нужно, чтобы пользователи могли отличать информацию, подготовленную в соответствии с федеральными стандартами, от другой информации о деятельности субъекта, которая может быть полезна для пользователей, но не регулируется федеральными стандартами.

Публично раскрываемые показатели можно представлять в тысячах, миллионах или миллиардах рублей, а в пояснениях детализировать в более подробных единицах измерения. Показатели баланса, которые характеризуют активы и обязательства, нужно будет подразделять на долгосрочные (внеоборотные) и краткосрочные (оборотные). В Стандарте установлены критерии классификации активов, а также критерии классификации обязательств. Показатели активов субъектов отчетности раскрываются в нетто-оценке, то есть за вычетом любой накопленной амортизации амортизируемых активов, убытков от обесценивания, резервов под снижение стоимости материальных запасов и резервов по сомнительным долгам. В настоящее время госучреждения не подразделяют активы на долгосрочные (внеоборотные) и краткосрочные (оборотные). Это делают только коммерческие организации.

Кроме пояснительной записки, в состав отчетности входят пояснения к формам отчетности. Сейчас учреждения отдельно такую информацию не составляют. Всю расшифровку делают в пояснительной записке (ф. 0503160).

Стандарт бухгалтерской (финансовой) отчетности устанавливает единые требования к формированию бюджетной отчетности

Пояснения бухгалтер будет делать:

- к балансу;
- к отчету о финансовых результатах деятельности.

В таких пояснениях надо будет:

- раскрыть информацию о доходах и расходах за отчетный период и аналогичный период прошлого года;
- детализировать информацию об активах, обязательствах и чистых активах;
- систематизировать данные по степени их существенности по отношению к финансовому результату отчетного периода.

Второй этап введения в практику учета федеральных стандартов знаменуется вступление в действие «новой» порции федеральных стандартов с 01 января 2019 года:

1. «Учетная политика, оценочные значения и ошибки»;
2. «Доходы»;
3. «Отчет о движении денежных средств»;
4. «События после отчетной даты»;
5. «Влияние изменений курсов иностранных валют» [1].

Начиная с 2019 года законодательством регламентировано по новым нормам учитывать доходы, отражать события после отчетной даты, введены новые нормы заполнения формы отчета о движении денежных средств, и самое

важное, и, наверно, нужно с этого и начинать бухгалтерам бюджетных учреждений, составлять учетную политику. При этом для одних стандартов Минфин уже выпустил методические рекомендации, а для других еще только разрабатывает и вносит изменения в инструкции. Составлять бюджетную (бухгалтерскую) отчетность по этим стандартам учреждения органы государственной власти и местного самоуправления должны начиная с отчетности 2019 года. Исключение составляют положения стандарта "Отчет о движении денежных средств" по отражению информации о производных финансовых инструментах. Их необходимо будет учитывать только в отчетности за 2020 год [2].

Все вышесказанное предопределило актуальность в необходимости пояснения и уточнения основных ключевых моментов новой «порции» федеральных стандартов, речь, о чем пойдет ниже.

Стандарт «Учетная политика, оценочные значения и ошибки» утвержден приказом Минфина от 30.12.2017 № 274н. Введение этого стандарта предопределил необходимость еще в декабре 2018 года внести в учетную политику кардинальные изменения, однако, как показывает практика, в силу рутины работы бухгалтера зачастую, просто физически не успевают доработать этот значимый документ. Разберем основное содержание Учетной политики организации, отвечающая требованиям нового стандарта. В соответствии с п.9 федерального стандарта «Учетная политика», п.6 Инструкции №157, Учетная политика экономического субъекта должна состоять как минимум из 8 разделов.

Раздел 1. «Методы оценки отдельных видов имущества и обязательств». В этом разделе необходимо раскрыть какие методы оценки применяет экономический субъект по видам имущества и обязательств.

Раздел 2. «Рабочий план счетов бухгалтерского учета». Этот раздел должен содержать счета синтетического и аналитического учета, которые применяет учреждение. Нормативно-правовой базой для формирования рабочего плана счетов является федеральный стандарт, введенный в действие в 2018 году «Концептуальные основы», рекомендуем руководствоваться п.19, п. 9 федерального стандарта «Учетная политика», а также п.3,6,21,21.1,21.2 Инструкции №157н.

Раздел 3. «Порядок проведения инвентаризации активов, имущества, учитываемого учреждением на забалансовых счетах, а также обязательств и иных объектов учета». В этой части учетной политики учреждения должны утвердить положение об инвентаризации имущества и обязательств учреждения и положение о комиссии по поступлению и выбытию активов, и кроме того, определить состав постоянно действующей комиссии по поступлению и выбытию активов и инвентаризационной комиссии. Правовые основания, чтобы сформировать этот раздел учетной политики закреплены в Законе № 402-ФЗ (ст. 11), стандарте «Концептуальные основы» (п. 80), стандарте «Учетная политика» (п. 9), Инструкции № 157н (п. 6).



Раздел 4. «Формы первичных (сводных) учетных документов, регистров бухгалтерского учета и иных документов бухгалтерского учета, применяемых в учреждении для оформления фактов хозяйственной жизни, ведения бухгалтерского учета, по которым законодательством не предусмотрены обязательные для оформления формы». Учреждение может разработать и закрепить в данном разделе формы первичных документов, которые будет использовать. Правовые основания для формирования раздела 4 учетной политики учреждения — стандарт «Концептуальные основы» (п. 20, 21, 22, 24, 25, 27), стандарт «Учетная политика» (п. 9), Инструкция № 157н (п. 6, 11). Все самостоятельно разработанные учреждением формы документов должны содержать обязательные реквизиты, предусмотренные статьей 9 Закона № 402-ФЗ, пунктом 25 стандарта «Концептуальные основы» и пунктом 11 Инструкции № 157н.

Раздел 5. «Правила документооборота и технология обработки учетной информации, в том числе порядок и сроки обработки документов в соответствии с утвержденным графиком». По-нашему мнению, данный раздел является одним из значимых и ответственных разделов учетной политики экономического субъекта. Грамотная организация взаимодействия между структурными подразделениями на основании оформленного графика документооборота позволяет предотвратить несвоевременное отражение фактов хозяйственной жизни в учете и отчетности. Жестких требований к содержанию графика в законодательстве нет, его разрабатывает главный бухгалтер учреждения. Мы со своей стороны рекомендуем включить в график документооборота этапы по составлению и подписанию документов (сроки, количество экземпляров, должностные лица, ответственные за их составление и представление), а также сроки и должностных лиц, ответственных за проверку, обработку и хранение документов, в качестве нормативной базы служат п. 22 федерального стандарта «Концептуальные основы», п.9 федерального стандарта «Учетная политика», а также п. 6, 9, 14 Инструкции №157н.

Раздел 6. «Порядок организации и обеспечения (осуществления) внутреннего контроля». В этом разделе мы рекомендуем определить, каким образом будете проводить в учреждении внутренний контроль. Можно установить методы, сроки и объекты контроля, круг должностных лиц, которые имеют право осуществлять такой контроль (п. 9 стандарта «Учетная политика», п. 6 Инструкции № 157н).

Раздел 7. «Порядок признания и раскрытия в бухгалтерской (финансовой) отчетности событий после отчетной даты». По-нашему мнению, в этом разделе нужно установить перечень фактов хозяйственной жизни, которые будете признавать событиями после отчетной даты, а также порядок отражения признанных событий после отчетной даты в учете и раскрытия их в отчетности (стандарт «События после отчетной даты» (приказ Минфина от 30.12.2017 № 275н), п. 9 стандарта «Учетная политика», п. 6 Инструкции № 157н).

Раздел 8. «Иные сведения, необходимые для ведения бухгалтерского учета в учреждении и составления отчетности». В этом разделе приводится информация по следующим пунктам: - работа с денежными средствами и денежными документами, - расчеты с дебиторами; - санкционирование расходов; - обесценение активов; - учет имущества на забалансовых счетах; - выдача под отчет денежных средств, а также составление и представление отчетов подотчетными лицами; - другие порядки и положения, регулирующие деятельность, не отраженные в первых семи разделах.

Стандарт «Доходы» утвержден приказом Минфина от 27.02.2018 № 32н. По стандарту «Доходы» надо учитывать не все виды поступлений. В частности, под стандарт не подпадают доходы от продажи материальных запасов (кроме продажи товаров и готовой продукции) и основных средств, а также от аренды (кроме аренды земельных участков). Из этого следует, что средства, которые экономический субъект получает от сдачи металлолома или макулатуры, не будет учитывать по нормам нового стандарта, а также не отразит в пояснительной записке к годовой отчетности сведения о доходах от продажи материальных запасов (кроме товаров и готовой продукции), основных средств, нематериальных активов.

Внедрением стандарта «Доходы» сформирован порядок учета доходов по новым нормам (см. таблицу 1).

**Таблица 1**

**Учет доходов по новым нормам стандарта «Доходы»**

№ п/п	Вид поступления доходов	Учет по новым нормам стандарта «Доходы»
1	Доходы от субсидий на иные цели	При заключении соглашения о получении субсидии на иные цели, начиная с 01 января 2019 года, в учете отражают дебиторскую задолженность и доходы будущих периодов, а по мере расходования средств – суммы переносят на текущие расходы
2	Доходы от бюджетных инвестиций в объекты капитального строительства	При заключении соглашения о получении средств бюджетных инвестиций, начиная с 01 января 2019 года, в учете отражают дебиторскую задолженность и доходы будущих периодов в полной сумме инвестиций, а по мере расходования средств суммы переносят на текущие расходы.
3	Доходы от целевых пожертвований с конкретно установленной целью использования	Все денежные доходы от целевых пожертвований отражают в учете как доходы будущих периодов. Важно помнить, что тщательно необходимо контролировать расходы по каждому целевому договору пожертвования. По мере расходования суммы переносят на доходы текущего периода.

Поясняя представленные в таблице сведения, приведем пример, бюджетное образовательное учреждение заключает договоры пожертвования

с родителями учеников. Договоры пожертвования целевые — на покупку продуктов. С 2019 года на основании таких договоров учреждение должно будет отражать в учете доходы будущих периодов. И только по мере приобретения продуктов за счет пожертвованных средств можно будет переносить суммы на доходы текущего периода.

Стандарт «Отчет о движении денежных средств» утвержден приказом Минфина от 30.12.2017 № 278н. С внедрением этого федерального стандарта появились термины, изменилась структура формы и раскрыто как классифицировать денежные потоки. Обобщив ключевые моменты содержания этого стандарта выделим то, что в разделах 1 и 2 показатели нужно группировать в текущие, инвестиционные и финансовые денежные потоки. Причем, важным считаем отметить, что когда входящий или исходящий платеж состоит из операций, относящиеся к разным денежным потокам, общую сумму платежа нужно показывать частями, как регламентируется классификацией денежных потоков. Например, бюджетное учреждение продало объекты основных средств с рассрочкой платежа. Сторона покупатель оплачивает основную сумму, а также проценты по условиям рассрочки. В этом случае бухгалтер бюджетного учреждения платеж по стоимости имущества отразит в отчете о движении денежных средств в составе денежных потоков от инвестиционных операций, что касается уплаты процентов по рассрочке – их отражение будет в составе текущих операций.

Согласно федерального стандарта «Отчет о движении денежных средств» не является денежными потоками: 1. Операции по управлению остатками средств, включая платежи и поступления, связанные с вложением в эквиваленты денежных средств, а также погашением и обменом одних эквивалентов денежных средств на другие; 2. Операции по возврату дебиторской задолженности прошлых лет, операции с денежными обеспечениями и средствами во временном распоряжении, операции по расчетам с филиалами и обособленными структурными подразделениями или между обособленными подразделениями одного учреждения; 3. Валютно-обменные операции [2].

Федеральный стандарт «События после отчетной даты» все события после отчетной даты делит на две группы: 1. Подтверждающие условия хозяйственной деятельности организации, возникшие до наступления отчетной даты, но не отраженные в учете, поскольку известно о них стало после окончания отчетного периода. Например, событием, относящимся к первой группе, может быть получение экономическим субъектом сообщения о банкротстве дебитора, если процедура была начата в отчетном году. 2. Указывающие на условия хозяйственной деятельности, возникшие после отчетной даты. Примером событий, относящихся ко второй группе можно отнести повреждение значительной части активов из-за стихийного бедствия – пожара, произошедшего после отчетной даты.

Федеральный стандарт «Влияние изменений курсов иностранных валют» определяет: Во-первых, единые для учреждения государственного сектора

правила перевода стоимости объектов бухгалтерского учета, выраженной в иностранной валюте, в рубли; во-вторых, доступные методы пересчета всех показателей деятельности заграничных учреждений; в-третьих, отражение сведений о курсовых разнице в бухгалтерской отчетности. Стандартом введено понятия валютных монетарных активов и обязательств, основными признаками которых являются: - стоимость выражена в иностранной валюте; - получение активов и погашение обязательств производится денежными средствами или их эквивалентами [3].

На пороге 2020 год, бухгалтера бюджетных учреждений войдут в него с третьим этапом внедрения новой «порции» стандартов. Министерство финансов подготовило к 2020 году семь новых федеральных стандартов:

1. Запасы (Приказ Минфина от 07.12.2018 г. №256н);
2. «Непроизведенные активы» (Приказ Минфина от 28.02.2018 г. № 34н);
3. «Резервы. Раскрытие информации об условных активах и условных обязательствах (Приказ Минфина от 30.05.2018 г. №124н);
4. «Концессионные соглашения» (Приказ Минфина от 29.06.2018 г. №146н);
5. Информация о связанных сторонах (Приказ Минфина от 30.12.2017 г. № 277н);
6. Бюджетная информация в бухгалтерской отчетности (Приказ Минфина от 28.02.2018 г. №37н);
7. Долгосрочные договоры (Приказ Минфина от 29.06.2018 г. №145н) [5].

Рассмотрим основные стандарты, по положениям которых рекомендуем готовиться заранее, уже в 2019 году.

Так, стандарт «Запасы» установит единые требования к бухгалтерскому учету материальных запасов и незавершенного производства. С введением стандарта изменятся учетные группы, их станет четыре. Но пока чиновники не предусмотрели в связи с этим изменений в Инструкции № 157н. Важно отметить, что декабрь 2019 г. – самое время определить, удобно ли бухгалтерии вести учет по выбранным единицам и обеспечивают ли они полную и достоверную информацию о запасах. Например, если учреждение осуществляет массовые продажи продуктов питания, их лучше учитывать по партиям, а не по номенклатурным единицам. Такой метод позволит отслеживать срок годности запасов и избежать убытков. В партию можно включить: — однородные товары, которые поступили одновременно от одного поставщика по одному или нескольким документам; — товары, которые поступили от одного поставщика одним видом транспорта.

Для применения на практике норм стандарта «Долгосрочные договоры» важно сумму доходов и расходов по долгосрочным договорам показать не только на балансовых счетах учета, но и на специальном забалансовом счете, чтобы применять этот стандарт с 2020 года, специалисты настоятельно рекомендуют скорректировать учетную политику, в частности, прописать в ней, кто и как определяет процент исполнения учреждением обязательств по долгосрочному договору строительного подряда в течение срока действия

договора. В графике документооборота на 2020 год нужно установить сроки, в которые документ с данными должны передавать в бухгалтерию для регистрации содержащихся в нем сведений в регистрах бухучета.

В стандарте «Резервы. Раскрытие информации об условных обязательствах и условных активах» утверждены правила для пяти видов резервов. Все эти резервы в новинку для бухгалтеров госучреждений, и создавать их вы будете обязаны в определенных случаях. Но новый стандарт не регулирует порядок создания резерва на оплату отпусков. Так как сейчас это делает Инструкция № 157н, а с 2021 года — стандарт «Выплаты персоналу», в настоящий момент находящийся еще на стадии проекта. Считаем важным отметить, что в этом году стоит подготовиться к переменам и внести изменения в учетную политику на 2020 год, например, прописать в ней единицы бухучета по каждому виду резервов таким образом, чтобы обеспечить формирование и раскрытие полной и достоверной информации о резервах. И установить порядок расчета резерва по гарантийному ремонту (п. 7 и 21 стандарта «Резервы. Раскрытие информации об условных обязательствах и условных активах»).

Стандарт «Концессионные соглашения» придется применять, если вы работаете в органе власти, который заключает концессионные соглашения с компаниями или предпринимателями. Например, им на основании соглашения передают имущество казны, которое концессионеры реконструируют за свой счет и далее используют на льготных условиях, получая выгоду. Иногда по такому концессионному соглашению имущество не передают, а концессионер создает новый объект, которым тоже впоследствии пользуется. Органу власти необходимо учитывать имущество в концессии у себя на специальных балансовых счетах, отражая при передаче внутреннее перемещение. Важно, что на забалансовом счете, предназначенном для учета сметной стоимости создания или реконструкции объекта концессионного соглашения, нужно учитывать сумму инвестиций, предусмотренную концессионным соглашением.

Стандарт «Бюджетная информация в бухгалтерской отчетности» закрепил нормы раскрытия бюджетной информации в отчете (ф. 0503127) и отчете (ф. 0503128). А также в пояснительной записке (ф. 0503160).

Кроме того, в стандарте установлено: — в каких отчетах бюджетную информацию не отражают; — с какой периодичностью сдают отчетность с бюджетной информацией; — право учредителя ввести дополнительную периодичность, формы и особый порядок раскрытия бюджетной информации [7].

И в заключении отметим, что сегодня мы вступаем в третий этап внедрения федеральных стандартов бюджетного учета, и это лишь переходный момент, впереди бухгалтеров ждет новая «порция», вступающая в силу с 01 января 2021 года. Ну а для того, чтобы быть готовым «во все оружие», бухгалтерам уже сегодня необходимо при годовой инвентаризации применять положения стандартов «Запасы» и «Долгосрочные договоры», вступающие в силу с 01 января 2020 года.



### Список литературы

1. Бухотчетность за 2018 год придется сдавать по-новому [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gosfinansy.ru/#/document/184/13877/dfas325f31/?of=cory-38846b9fc7>
2. Новый стандарт «Отчет о движении денежных средств» и форма 0503723 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.glavbukh.ru/art/98148-standart-otchet-o-dvijanii-deneznyh-sredstv-i-forma-0503723>
3. Новые федеральные стандарты бухучета госучреждений в 2019 году: последние новости [Электронный ресурс]. URL: <https://www.budgetnik.ru/art/102894-qqq-11-09-federalnye-standarty-buhucheta-gosuchrejdniy-v-2019-godu>
4. О бухгалтерском учете. Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70003036/>
5. Федеральные стандарты госсектора с 2020 года [Электронный ресурс]. URL: <https://www.budgetnik.ru/art/103366-qqq-08-21-fedstandarty-gossektora-s-2020-goda#a1>
6. [https://www.minfin.ru/ru/performance/budget/bu\\_gs/sfo/](https://www.minfin.ru/ru/performance/budget/bu_gs/sfo/)
7. <https://www.budgetnik.ru/art/103366-qqq-08-21-fedstandarty-gossektora-s-2020-goda?btx=1617513#a1>



УДК 332.8

**ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УПРАВЛЯЮЩИХ  
КОМПАНИЙ В СФЕРЕ ЖКХ: АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПРАКТИКИ  
НА ПРИМЕРЕ МУП «УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЖКХ»  
Г. МАЛОЯРОСЛАВЕЦ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Турчаева Ирина Николаевна**

канд. экон. наук, доцент

**Тимофеева Юлия Павловна**

Калужский филиал РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация:** В данном разделе монографии кратко рассмотрены особенности муниципальных унитарных предприятий, проанализированы финансовые результаты деятельности конкретной управляющей компании. Обозначены основные проблемы финансирования деятельности муниципальных унитарных предприятий в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

**Ключевые слова:** управляющая компания, муниципальное унитарное предприятие, финансовое обеспечение, доходы, расходы, финансовый результат.

**FINANCIAL SUPPORT FOR THE ACTIVITIES OF MANAGEMENT  
COMPANIES IN THE FIELD OF HOUSING AND COMMUNAL SERVICES:  
ANALYSIS OF THE CURRENT PRACTICE ON THE EXAMPLE OF THE  
MUNICIPAL UNITARY ENTERPRISE «DEPARTMENT OF ENERGY AND  
HOUSING AND COMMUNAL SERVICES» OF MALOYAROSLAVETS,  
KALUGA REGION**

**Turchaeva Irina Nikolaevna**

**Timofeeva Yuliya Pavlovna**

**Abstract:** In this section of the monograph the features of municipal unitary enterprises are briefly considered, the financial results of a particular management company are analyzed. The main problems of financing the activities of municipal unitary enterprises in the field of housing and communal services are outlined.

**Key word:** management company, municipal unitary enterprise, financial support, income, expenses, financial result.

В условиях градостроительства особое социальное значение имеет создание жизнеобеспечивающей среды для населения. В России формой самоорганизации общества, ориентированной на решение этой задачи, выступает жилищно – коммунальное хозяйство (ЖКХ). Участниками жилищных отношений выступают граждане, юридические лица, Российская

Федерация, субъекты Российской Федерации, муниципальные образования [1, п.2 ст. 4].

Граждане, пользующиеся жилищно – коммунальными услугами для личных, бытовых и иных нужд, не связанных с промышленным производством, выступают потребителями жилищно – коммунальных услуг [9]. Под жилищно – коммунальными услугами (ЖКУ) при этом понимается «надежное и устойчивое обеспечение холодной и горячей водой, электрической энергией, газом, отоплением, отведения и очистки сточных вод, содержания и ремонта жилых домов, придомовой территории, а также благоустройства территории населенного пункта в соответствии с установленными стандартами, нормами и требованиями» [9].

В соответствии с действующими нормативными актами к организациям ЖКХ относятся: организации коммунального водоснабжения и водоотведения; организации коммунального электроснабжения и теплоснабжения; организации по газификации и эксплуатации газового хозяйства; ремонтно-строительные организации, осуществляющие капитальный ремонт жилищного фонда; мусороперерабатывающие и мусоросжигательные заводы, мусороперегрузочные станции, полигоны захоронения твердых бытовых отходов; управляющие организации (компании); подрядные и другие организации, оказывающие услуги по комплексному обслуживанию зданий, помещений и другие услуги в ЖКХ (в том числе ремонтные); организации, осуществляющие прочие виды деятельности в ЖКХ [5].

Как следует из представленного перечня, одним из участников жилищных отношений выступают управляющие организации (компании), т.е. «организации, уполномоченные собственником жилищного фонда осуществлять управление жилищным фондом с целью его надлежащего использования и обслуживания, а также обеспечения потребителей жилищно-коммунальными услугами» [9].

На основании и в соответствии с договорами с подрядными организациями – исполнителями управляющие компании:

- контролируют и обеспечивают соблюдение последними установленных органами местного самоуправления стандартов и (или) нормативов условий проживания и параметров качества ЖКУ;
- отвечают перед потребителем за полноту, своевременность и качество услуг исполнителя, за возможные последствия нарушений стандартов и/или нормативов;
- информируют потребителя о порядке предоставления ЖКУ;
- контролируют соблюдение потребителями правил пользования жилыми помещениями;
- обеспечивают своевременность и полную оплату услуг потребителями;
- регулируют размеры платежей в сторону их уменьшения при нарушении исполнителем (поставщиком) услуг параметров качества,

установленных в данном муниципальном образовании стандартами и/или нормативами предоставления ЖКУ и соответствующими договорами [9].

Одной из организационно-правовых форм управляющих организаций (компаний), работающих в сфере ЖКХ, в настоящее время остаются муниципальные унитарные предприятия (МУП), управление которыми со стороны муниципальных собственников зачастую расценивается экономистами как достаточно формальное и низкоэффективное, объясняемое, прежде всего, спецификой организационно-правовой формы. Так, в соответствии со ст. 113 ГК РФ (часть первая) унитарное предприятие представляет собой «коммерческую организацию, которой не принадлежит право собственности на закреплённое за ней собственником имущество» [1]. В соответствии с действующим законодательством «имущество унитарного предприятия является неделимым без возможности распределения по вкладам (долям, паям), а также между работниками такой организации. Имущество государственного или муниципального унитарного предприятия находится в государственной или муниципальной собственности и принадлежит такому предприятию на праве хозяйственного ведения или оперативного управления» [1, п. 1-2 ст. 113].

Муниципальное предприятие вправе самостоятельно распоряжаться движимым имуществом, принадлежащим ему на праве хозяйственного ведения, и не вправе продавать принадлежащее ему недвижимое имущество, сдавать его в аренду, отдавать в залог, вносить в качестве вклада в уставный (складочный) капитал хозяйственного общества или товарищества или иным способом распоряжаться таким имуществом без согласия собственника имущества [4, ст. 18].

При этом минимальный размер имущества МУП, гарантирующего интересы его кредиторов определяется уставным фондом муниципального предприятия, размер которого в соответствии с законодательством должен составлять не менее чем одну тысячу минимальных размеров оплаты труда, установленных федеральным законом на дату государственной регистрации муниципального предприятия [4, ст. 12].

Главной целью создания муниципальных унитарных предприятий выступает оказание населению жизненно важных услуг в основных сферах городского хозяйства. Так, Е.Н. Альбах выделяет следующие сферы функционирования муниципальных унитарных предприятий:

1. жилищно-коммунальное хозяйство и благоустройство (обслуживание и ремонт жилого и нежилого фонда; содержание и благоустройство территории города; оказание коммунальных услуг);
2. транспорт (осуществление пассажирских, грузовых и прочих перевозок; оказание вспомогательных услуг другим МУП);
3. торговля и общественное питание (торговля промышленными и продовольственными товарами; производство и торговля продовольственными товарами);
4. культура и спорт: предоставление услуг в сфере культуры и спорта;
5. здравоохранение: оказание услуг в сфере здравоохранения;

6. бытовое обслуживание: оказание бытовых услуг;
7. производство: осуществление производственной деятельности;
8. прочие: оказание услуг, не входящих в вышеперечисленные сферы [6].

Согласны с мнением Т.Е. Даниловских, который отмечает, что деятельность муниципальных унитарных предприятий сопровождается массой проблем, среди которых важными остаются вопросы именно в сфере финансового обеспечения. Автор отмечает, что наиболее распространёнными трудностями здесь являются недостаточность или отсутствие прибыли; отсутствие собственного капитала и/или низкая его оборачиваемость; высокий уровень дебиторской и кредиторской задолженности, наличие просроченных задолженностей; получение убытков от деятельности, что вызывает, в свою очередь, недостаток средств для осуществления текущих расчетов [7].

Кроме того, в качестве одной из проблем унитарных предприятий некоторые авторы выделяют отсутствие надлежащего контроля над ними, что позволяет отдельным лицам преследовать свои собственные интересы при проведении финансовой политики, негативными последствиями чего могут стать увод активов, декапитализация, неадекватная инвестиционная политика, и как результат, низкая эффективность, неустойчивое финансовое положение либо банкротство муниципального унитарного предприятия [8].

Вышеизложенное обуславливает актуальность исследования вопросов финансового обеспечения деятельности муниципальных унитарных предприятий в сфере ЖКХ.

Обзор различных источников позволяет отметить, что теоретические и практические аспекты финансового обеспечения деятельности МУП нашли своё отражение в трудах следующих учёных: Е.Н. Альбах, В.В. Говдя, Д.Д. Забелин, Л.Л. Игонина, Л.Н. Павлова, Е.А. Федченко, Д.В. Чуняев и др. Большой вклад в решение вопросов анализа и оценки финансового состояния предприятий коммунального сектора экономики внесли такие учёные, как: А.С. Авитесьян, Т.Е. Даниловских, Е.М. Каратаев, С.А. Кожевников, В.В. Семенихин, А.Н. Сухарев, Т.Х. Усманова и др.

Большинство авторов под финансовым обеспечением понимают систему форм, принципов, методов и условий финансирования деятельности хозяйствующих субъектов. Так, Л.Н. Павлова отмечает, что понятие финансового обеспечения подразумевает управление капиталом предприятия, а также деятельность по его использованию, привлечению и размещению [10]. Таким образом, финансовое обеспечение (финансирование) деятельности предполагает изыскание финансовых ресурсов (собственных и привлечённых извне) и эффективное управление ими [12].

Основными источниками финансового обеспечения предпринимательской деятельности муниципальных унитарных предприятий выступают:

- собственные доходы от приносящей доход деятельности;
- субсидии на выполнение муниципального задания, на цели осуществления капитальных вложений и на иные цели;

- средства во временном распоряжении и др.

Л.Ю. Соловьёва, например, выделяет такие источники доходности МУП в секторах экономики ЖКХ, как оплата коммунальных платежей; сборы с работодателей расходов за использование; плата за аренду; прочие расходы, большую часть из которых составляют собираемые арендные и квартирные платежи [11].

Заметим, что законом не запрещено унитарным предприятиям прибегать к заимствованиям, которые могут быть осуществлены в форме кредитов по договорам с кредитными организациями и бюджетных кредитов, предоставленных на условиях и в пределах лимитов, предусмотренных бюджетным законодательством Российской Федерации, а также путем размещения облигаций или выдачи векселей [4, ст. 24].

Однако, заимствования могут осуществляться только по согласованию объема и направлений использования привлекаемых средств с собственником имущества унитарного предприятия.

Таким образом, в силу особого правового статуса и нацеленность на решение социальных задач в основных сферах городского хозяйства, в том числе, в жилищно-коммунальной сфере, МУПы нельзя назвать полностью самостоятельными бизнес-единицами. Решая социальные задачи в сфере ЖКХ, муниципальные унитарные предприятия обычно реализуют услуги по минимальным ценам и выполняют определенные виды дотируемых работ, что зачастую приводит к получению отрицательного финансового результата от производственной деятельности.

С целью изучения применяемых на практике способов финансирования организаций сферы ЖКХ в качестве объекта исследования выступило МУП «Управление энергетики и ЖКХ» г. Малоярославец Калужской области. Это коммерческая организация, не наделённая правом собственности на имущество, закреплённое за ней собственником. Полным вещным правом обладает учредитель предприятия – Администрация МО «Город Малоярославец». Информационной базой для анализа послужили данные бухгалтерской (финансовой) отчетности организации за период 2016-2018 гг.

Анализ источников финансирования, проведенный по данным бухгалтерского баланса, позволяет сделать вывод, что собственный капитал объекта исследования представлен уставным фондом в размере 400 тыс. руб., остающимся неизменным на протяжении анализируемого периода. В организации не формируется ни резервный, ни добавочный капитал, которые могли бы выступить дополнительными источниками финансового обеспечения. В балансе присутствует статья «непокрытый убыток», наличие которой является одним из признаков «плохого баланса», при этом доля собственных средств в оборотных активах не превышает 10%, что также негативно характеризует финансовое положение организации. Хотя отмечается тенденция уменьшения непокрытого убытка, что может быть охарактеризовано положительно.



Анализ заёмных источников финансирования показал, что в разделе «долгосрочные обязательства» присутствуют только прочие обязательства, которые в 2018 году уменьшились на 15 345 тыс. руб. по сравнению с 2016 годом, что произошло вследствие уменьшения суммы долга по сделке в результате хозяйственных операций. Данный факт оценивается позитивно, однако, по сравнению с 2017 годом сумма долга не изменилась. В составе краткосрочных обязательств у организации имеется кредиторская задолженность, которая увеличилась по сравнению с 2016 годом на 9 320 тыс. руб. и уменьшилась по сравнению с 2017 годом на 3004 тыс. руб. Основу краткосрочной кредиторской задолженности составляют авансы (35 191 тыс. руб. в 2017 г. и 2054 тыс. руб. – в 2018 г.), полученные под предстоящую поставку ресурсов (газа и пр.) от ресурсоснабжающих организаций. Авансы обусловлены потребностями в поставках ресурсов, необходимых для нормального обеспечения коммунальных услуг. Остальную долю краткосрочной кредиторской задолженности составляют расчёты с поставщиками и подрядчиками (поставленные материально-производственные запасы и неоплаченные в срок оказанные работы). В качестве хорошего признака выделим отсутствие просроченной задолженности.

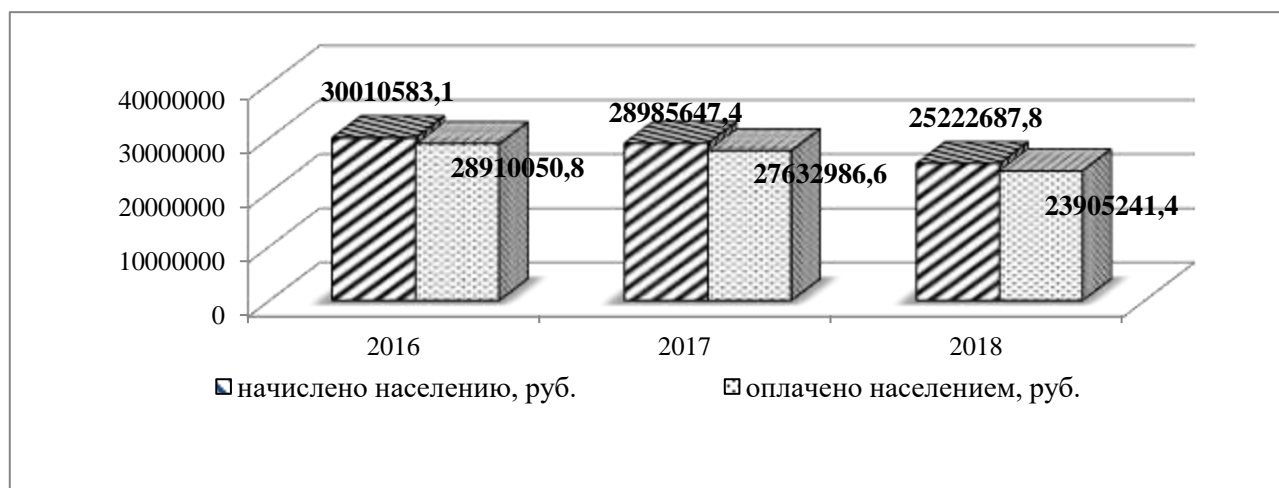
Анализ показал, что доля собственного капитала не превышает заёмный, а темпы его роста не превышают темпы роста заёмного капитала, что также является признаком «плохого баланса». Об аналогичном признаке свидетельствует несовпадение темпов прироста дебиторской и кредиторской задолженности. Анализ финансовой устойчивости по абсолютным показателям показал, что в 2017-2018 гг. финансовая устойчивость МУП «Управление энергетики и ЖКХ» из нормального типа (в 2016 г.) перешла в разряд неустойчивого предкризисного, что обусловлено недостатком собственных оборотных средств, собственных и долгосрочных заёмных источников формирования запасов и затрат. Такое состояние означает нарушение платёжеспособности, при которой ещё сохраняется возможность восстановления равновесия. Исходя из вышеизложенного, управляющей компании следует изыскать способы улучшения финансовой устойчивости во избежание в дальнейшем кризисного финансового состояния, чреватого в перспективе возможным банкротством.

Анализ также показал, что основным источником финансирования МУП «Управление энергетики и ЖКХ» являются средства населения, поступление которых обеспечивается в результате коммерческой деятельности по управлению жилым фондом. В целях планирования финансового обеспечения основной деятельности в МУП «Управление энергетики и ЖКХ» составляется внутрифирменный план, в котором указываются текущие расходы на капитальный ремонт и содержание многоквартирных домов. План предоставляется заинтересованным лицам, находящимся в управлении данной управляющей компании. Между собственниками многоквартирных домов и управляющей компанией заключается договор, в котором указано, какие виды



работ обязуется выполнить МУП «Управление энергетики и ЖКХ» за принятые от физических лиц или муниципалитета денежные средства.

В течение анализируемого периода МУП «Управление энергетики и ЖКХ» выступало платёжным агентом – посредником, принимающим платежи физических лиц. Управляющая компания имеет в своем составе три участка жилищно-эксплуатационного управления (ЖЭУ), осуществляющих деятельность по начислению, приёму и обработке платежей в сфере ЖКХ. Наличные деньги поступают от граждан в кассу ЖЭУ в качестве оплаты за жилищно-коммунальные услуги, после чего МУП «Управление энергетики и ЖКХ» расплачивается этими денежными средствами со своими контрагентами, поставляющими в жилые дома необходимые ресурсы. Из рис. 1 видно, что на протяжении анализируемого периода начисленные в адрес населения суммы уменьшаются, что в большей степени обусловлено выбытием отдельных объектов, находившихся ранее в управлении МУП «Управление энергетики и ЖКХ».



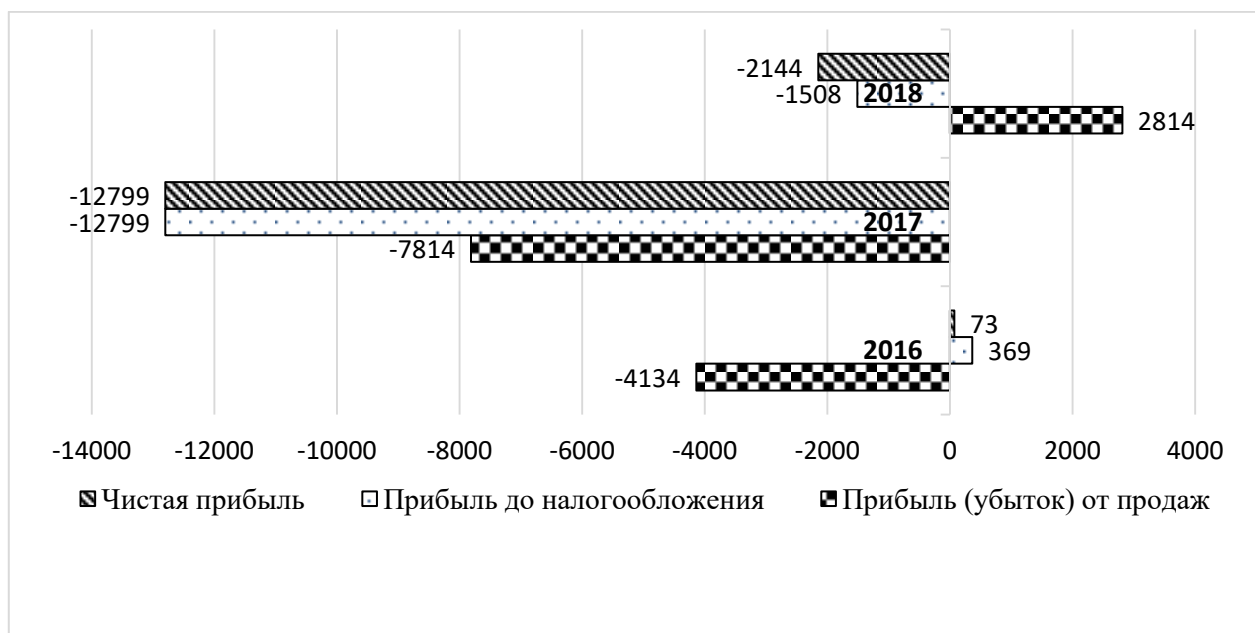
**Рис. 1** Динамика расчетов в физическими лицами за жилищно-коммунальные услуги, руб

Этот факт нельзя назвать однозначно отрицательным. Выбывшие объекты имели высокую степень физического и морального износа, в связи с чем, управляющая компания несла дополнительные расходы на содержание и ремонт. Из рис. 1 также видно, что оплаченные населением суммы за оказанные услуги стабильно ниже начисленных. Данное обстоятельство объясняется тем, что некоторые граждане не оплачивают предоставленные услуги, либо оплачивают их не в полном объеме. В качестве одной из причин можно выделить неплатежеспособность отдельных категорий граждан, обусловленную негативным влиянием на их материальное положение многочисленных объективных и субъективных факторов, включая экономическую ситуацию в стране, кризисы, потерю работы и т. д. Отдельно нужно выделить регулярное повышение цен на коммунальные услуги, происходящее, как за счёт увеличения платы за отдельные жилищные услуги, утверждаемого на общих

собраниях с жильцами домов, так и за счет удорожания стоимости самих ресурсов (электроснабжения, газа и др.). Результатом такого дисбаланса выступает недостаточность полученных от населения денег для покрытия долгов перед ресурсоснабжающими организациями.

А поскольку основным источником дохода управляющей организации в течение анализируемого периода выступали именно платежи граждан, подобная ситуация негативно сказывалась на финансовом состоянии МУП «Управление энергетики и ЖКХ». В конечном счете, отсутствие своевременности и полноты финансового обеспечения влечёт за собой отрицательный совокупный финансовый результат и убыточность МУП «Управление энергетики и ЖКХ».

Анализ основных финансовых показателей деятельности МУП «Управление энергетики и ЖКХ» также показал, что в 2018 г. выручка увеличилась по сравнению с 2016 г. на 12,4%. По сравнению с 2017 г. она уменьшилась на 18,4%, что объясняется сокращением предоставления муниципальных заказов со стороны местных органов власти, а также выводом части объектов из состава управления. И если продажа услуг для организации в 2016 и 2017 годах была убыточной, то в 2018 г. организация получила прибыль от продаж, в том числе, благодаря увеличению объёмов оказываемых жилищных работ, а именно, за счет ремонта домов и благоустройства детских площадок (рис. 2).



**Рис. 2 Финансовые результаты деятельности МУП «Управление энергетики и ЖКХ», тыс. руб**

В 2018 г. в организации уменьшились прочие расходы, в том числе в связи с сокращением затрат на подбор и обучение персонала. Максимального значения прочие расходы достигали в 2017 г., в частности, из-за штрафных

санкций со стороны надзорных органов за выявленные дома с технически не удовлетворяющим законодательству состоянием, вследствие чего, организация понесла дополнительные расходы на уплату штрафов и приведение этих объектов в надлежащее состояние.

Величина прочих доходов в 2018 г. также снизилась на 23% по сравнению с 2017 г. в связи с уменьшением количества, находящихся в управлении МУП «Управление энергетики и ЖКХ» многоквартирных домов, сокращением спектра и количества различных дополнительных услуг. В качестве дополнительного источника финансовых поступлений можно назвать доход от сдачи в аренду помещений, расположенных на территории управляющей компании. МУП «Управление энергетики и ЖКХ» начало использовать этот источник в 2018 г., получив доход в размере 145 тыс. руб., что весьма незначительно повлияло на совокупный финансовый результат отчетного периода.

В конечном счете, в последние два года анализируемого периода отрицательное сальдо прочих доходов и расходов привело к получению убытка до налогообложения.

Заметим, что учредитель также осуществляет субсидирование управляющей компании за счёт средств местного бюджета г. Малоярославец. Так, в настоящее время МУП «Управление энергетики и ЖКХ» имеет в своём управлении муниципальное общежитие. Величина общих затрат составляет 20 руб. в расчете на один кв. м, а принятый размер оплаты в соответствии с законодательством по тарифу общежития, принадлежащего муниципалитету, – 12 руб./кв. м. Администрация МО «Город Малоярославец» предоставляет МУП «Управление энергетики и ЖКХ» субсидии в части погашения выпадающих доходов организации в размере 40% (8 руб./кв. м).

Что касается иных бюджетных ассигнований, то управляющие компании могут их получать по бюджетным программам благоустройства придомовой территории. Для этого необходимо соответствовать целому ряду требований и МУП «Управление энергетики и ЖКХ» не всегда подпадает под действие таких программ, поэтому данный источник финансирования также не является стабильным.

В целом анализ финансовых результатов МУП «Управление энергетики и ЖКХ» показал, что если в 2016 г. деятельность организации можно было признать эффективной (величина чистой прибыли составила 73 тыс. руб.), то в 2017 и 2018 гг. она была однозначно убыточной. Хотя заметим, что уровень убыточности в 2018 г. снизился по сравнению с предыдущим годом на 23 процентных пункта, что является положительным фактом.

Итак, на примере конкретного объекта исследования было установлено, что финансовое обеспечение деятельности муниципальных унитарных предприятий в сфере ЖКХ по сложившейся схеме (т.е. на основе заключения договоров поставки ресурсов между управляющими компаниями и ресурсоснабжающими организациями) является низкоэффективным.

Это, во-первых, обусловлено тем, что большую часть источников финансового обеспечения управляющих организаций здесь составляют собираемые квартирные платежи, сопряженные с наличием просроченных задолженностей, вызывающих высокий уровень дебиторской задолженности

управляющей компании, во-вторых, со спецификой организационно-правовой формы унитарного предприятия: с одной стороны, МУП, являясь коммерческой организацией, нацелено на извлечение прибыли, а с другой – имущество, которым владеет унитарное предприятие, принадлежат ему на ограниченном вещном праве, в-третьих, источники получения дополнительных доходов весьма ограничены.

Считаем, что для снижения уровня дебиторской задолженности целесообразно усиление работы юридической службы в отношении неплательщиков, в т. ч. проведение претензионных работ, подача исковых заявлений; подписание письменных соглашений о погашении задолженностей между собственниками многоквартирных домов и управляющей компанией и др.

Решением проблемы ликвидации задолженностей управляющей компании перед ресурсоснабжающими организациями по причине неплатежеспособности потребителей ЖКУ, полагаем, должно стать заключение так называемых «прямых» договоров между собственниками жилых помещений и ресурсоснабжающими организациями, в силу которых оплату за предоставленные ресурсы потребители будут оплачивать напрямую ресурсоснабжающим организациям. Возможность заключения таких «прямых» договоров предусмотрена федеральным законом № 59-ФЗ от 03.04.2018 [2]. Так, в соответствии с изменениями, внесенными в Жилищный кодекс Российской Федерации, устанавливается возможность заключения договоров холодного и горячего водоснабжения, водоотведения, электроснабжения, газоснабжения, отопления и договоров на оказание услуг по обращению с твердыми коммунальными отходами непосредственно между организациями, оказывающими соответствующие услуги, и потребителями услуг. Для заключения таких договоров по инициативе собственников и нанимателей помещений требуется принятие соответствующего решения на общем собрании собственников помещений в многоквартирном доме [2].

Таким образом, учитывая социальную значимость данных субъектов хозяйствования, в сложившихся условиях весьма актуальным является необходимость дальнейшего совершенствования условий, порядка функционирования и финансового обеспечения деятельности организаций в сфере жилищно-коммунального хозяйства с одновременным осуществлением целого комплекса мероприятий правового, организационного, экономического и финансового характера.

### Список литературы

1. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ: текст с изменениями и дополнениями от 18.07.2019: [принят Государственной думой 21 октября 1994 года]. - Доступ из справ. - правовой системы КонсультантПлюс (дата обращения: 12.12.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. Российская Федерация. Законы. Жилищный кодекс Российской Федерации: текст с изменениями и дополнениями от 02.12.2019: [принят Государственной думой 22 декабря 2004 года: одобрен Советом Федерации 24

декабря 2004 года]. - Доступ из справ. - правовой системы КонсультантПлюс (дата обращения: 04.12.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3. Российская Федерация. Законы. О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации: текст от 03.04.2018: [принят Государственной думой 23 марта 2018 года: одобрен Советом Федерации 28 марта 2018 года]. - Доступ из справ. - правовой системы КонсультантПлюс (дата обращения: 04.12.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Российская Федерация. Законы. О государственных и муниципальных унитарных предприятиях: текст от 02.12.2019: [принят Государственной думой 11 октября 2002 года: одобрен Советом Федерации 30 октября 2002 года]. - Доступ из справ. - правовой системы КонсультантПлюс (дата обращения: 04.12.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

5. Отраслевое тарифное соглашение в жилищно-коммунальном хозяйстве Российской Федерации на 2017 - 2019 годы: текст с изменениями и дополнениями от 03.08.2018 [утверждено Общероссийским отраслевым объединением работодателей сферы жизнеобеспечения, Общероссийским профсоюзом работников жизнеобеспечения 08.12.2016]. - Доступ из справ. - правовой системы КонсультантПлюс (дата обращения: 04.12.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

6. Альбах, Е. Н. Управление муниципальными предприятиями и их имущественными комплексами [Электронный текст] / Е. Н. Альбах // Имущественные отношения в Российской Федерации. - 2003. - № 4(19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/upravlenie-munitsipalnymi-predpriyatiyami-i-ih-imuschestvennymi-kompleksami> (Дата обращения: 01.05.2019).

7. Даниловских, Т. Е. Проблемы финансового состояния муниципальных унитарных предприятий коммунального сектора экономики [Электронный текст] / Т. Е. Даниловских // Интернет-журнал Науковедение. - 2013. - № 6(19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/problemy-finansovogo-sostoyaniya-munitsipalnyh-unitarnyh-predpriyatiy-kommunalnogo-sektora-ekonomiki> (Дата обращения: 01.05.2019).

8. Круглов А.А. Повышение эффективности управления муниципальными унитарными предприятиями: специальность 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах (экономические науки): автореферат на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Круглов Александр Александрович; «Центр делового образования» Торгово-промышленной палаты Владимирской области. – Владимир, 2004. – 24 с. – Библиогр.: с. 22. – Место защиты: «Центр делового образования» Торгово-промышленной палаты Владимирской области. – Текст: непосредственный.

9. Методическое пособие по содержанию и ремонту жилищного фонда. МДК 2-04.2004 (утв. Госстроем России). - М.: ЗАО Центр исследования и разработок в городском хозяйстве Санкт-Петербурга «Экополис», ФГУП ЦПП,



2004. - Доступ из справ. - правовой системы КонсультантПлюс (дата обращения: 15.12.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

10. Павлова Л.Н. Финансовый менеджмент: Учебник для вузов. [Текст] / Л.Н. Павлова — 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003 – 269 с.

11. Соловьёва, Л. Ю. Проблемы финансов сферы жилищно-коммунального хозяйства [Текст] / Л. Ю. Соловьёва, А. И. Чанилова // Вестник науки и образования. - 2018. - № 15(51). – с. 115.

12. Турчаева И.Н. Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Н. Турчаева, В.А. Матчинов. - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2018. - 248 с. - 978-5-4487-0319-5. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77575.html>.

© Турчаева И.Н., Тимофеева Ю.П., 2019 г.



## **Коллектив авторов**

Александров А.Х., Анисимова Т.И., Андрианова Л.П., Блохин И.С.,  
Булаев Е.В., Валиуллина К.Т., Вашакидзе Н.С., Зикий А.Н., Зырянов М.А.,  
Ивановская И.И., Ковалева А.А., Коннова Л.П., Кочубей А.С., Лаптева Е.В.,  
Львова С.В., Липагина Л.В., Мусиенко В.И., Огородникова Е.П., Осипов Г.С.,  
Перепёлкина Н.А., Полиданов М.А., Поздняков М.В., Поснова М.В., Постовалова Г.А.,  
Рылов А.А., Сансызбаева Г.А., Сафина З.З., Сабирова Ф.М.,  
Степанян И.К., Тимофеева Ю.П., Турчаева И.Н., Хакимьянов М.И.,  
Хазиева Р.Т., Чвякин В.А., Шатунова О.В., Шабанов В.А., Шляхова А.Г.,  
Шляхов А.Т., Щербакова И.В., Ямова О.В.

## **НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ**

# **РАЗВИТИЕ НАУКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ**

Монография

Под общей редакцией М.В. Посновой,  
кандидата философских наук.

Подписано в печать 23.12.19

Формат 60x85 1/16. Бумага офсетная

Тираж 1000 экз.

МЦНП «Новая наука»

185002, г. Петрозаводск

ул. С. Ковалевской д.16Б помещ.35

[office@sciencen.org](mailto:office@sciencen.org)