

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**О.В. Агеев**

## **МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки  
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

УДК 658.512.26

Рецензент

доктор технических наук, заведующий кафедрой инжиниринга  
технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский  
государственный технический университет»

Ю. А. Фатыхов

Агеев, О. В.

Методы научных исследований: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.02 Технологические машины и оборудование / О. В. Агеев. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 48 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Методы научных исследований» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к практическим занятиям, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы студентами заочной формы обучения.

Табл. 3, список лит. – 15 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 21 апреля 2022 г., протокол № 3

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 сентября 2022 г., протокол № 10

УДК 621.56

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2022 г.

© Агеев О. В., 2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	31
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	42
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	47

## ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование научной методологии в машиностроении вызвано стремительным развитием научно-технической революции, быстрым обновлением знаний, увеличением объема научной и научно-технической информации.

Сегодня, как никогда, существует потребность в высококвалифицированных специалистах, имеющих хорошую общенаучную и профессиональную подготовку, которые способны к самостоятельной научной творческой работе. Эти специалисты должны не только хорошо ориентироваться в новых методах научных разработок и исследований, но также уметь внедрять их результаты в производственный процесс.

Дисциплина «Методы научных исследований» включает в себя: философские аспекты, методологические основы научного познания, изучение структуры и основных этапов научно-исследовательских работ. Данный курс изучает методы теоретического исследования, вопросы моделирования в научных исследованиях и помогает правильно выбрать направление научного исследования. При изучении курса студенты должны научиться производить поиск, накопление и обработку научной информации, а также проводить, обрабатывать и оформлять результаты экспериментальных исследований.

Методология – это учение об организации деятельности человека. Отметим, что в организации и применении методологии нуждается не всякая деятельность. Человеческая деятельность разделяется на репродуктивную и продуктивную. Репродуктивная деятельность является копией с деятельности другого человека либо копией своей собственной деятельности, освоенной ранее. Например, однообразная деятельность токаря в механическом цехе в применении методологии не нуждается, так как она уже организована раз и навсегда.

Продуктивная деятельность направлена на получение объективно нового или субъективно нового результата. Деятельность, направленная на получение объективно нового результата, называется творчеством. Но продуктивная деятельность часто может разрушать прежние стереотипы, поэтому для получения субъективно нового результата применяют термин «упорядочивающая деятельность». Этот вид деятельности заключается в установлении норм, которые чаще реализуются в форме законов, стандартов, приказов и т.д.

Любая научно-исследовательская деятельность всегда направлена на получение объективно нового результата. Поэтому продуктивная деятельности требует организации. Если методологию рассматривать как учение об организации деятельности, то нужно понимать, что такое «организация».

«Организация» означает:

– внутреннюю упорядоченность и согласованность взаимодействия более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленную его строением;

– совокупность действий или процессов, которые ведут к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого;

– объединение людей, совместно реализующих какую-либо программу или же цель и действующих на основе определенных процедур и правил.

В методологии понятие «организация» чаще подразумевает процесс и результат этого процесса (свойство). Организационная система используется при коллективной научной деятельности или при управлении научными проектами.

Методология рассматривает организацию деятельности как целенаправленную активность человека. Организовать деятельность – значит упорядочить её в целостную систему с четкими и определенными характеристиками, логической структурой, определяющими процесс её осуществления.

Логическая структура включает в себя следующие компоненты: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы деятельности и её результат. Внешними по отношению к этой структуре являются следующие характеристики деятельности: принципы, нормы, условия и особенности. Исторически сложились разные типы культуры организации деятельности. Современным является проектно-технологический тип, который заключается в том, что продуктивная деятельность человека (или организации) разбивается на отдельные завершенные циклы, которые называются проектами.

Существует два определения проекта: проект как нормативная модель некоторой системы и проект как целенаправленное создание либо изменение системы, ограниченное во времени и ресурсах и имеющее специфическую организацию.

Процесс деятельности рассматривается в рамках проекта, реализуемого в определенной временной последовательности по стадиям, фазам и этапам, причем последовательность является общей для всех видов деятельности.

Завершенность цикла деятельности (проекта) определяется тремя фазами:

1) фаза проектирования, результатом которой является построенная модель или научная гипотеза как модель создаваемой системы нового научного знания и план ее реализации;

2) технологическая фаза, результатом которой является реализация системы, т.е. проверка гипотезы;

3) рефлексивная фаза, результатом которой является оценка построенной системы нового научного знания и определение необходимости либо ее дальнейшей коррекции, либо «запуска» нового проекта, т.е. построения новой гипотезы и ее дальнейшей проверки.

Дисциплина «Методы научных исследований» является дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к профессиональной деятельности в области машиностроения, технологических машин и оборудования.

Целью освоения дисциплины является формирование знаний о законах, принципах, понятиях, терминологии, содержании, специфических особенностях, структуры, организации и управлении научными исследованиями.

Задачами дисциплины являются следующие:

- изучение основ системологии и методологии научных исследований;
- освоение методов и средств проведения научных экспериментов;
- освоение методов и средств обработки результатов исследований;
- изучение организации научно-исследовательских работ, их характера и специфики;
- постижение методологии планирования научных исследований;
- усвоение возможностей существующих методов и средств автоматизации научных исследований.

Результатами освоения дисциплины является поэтапное формирование требуемых компетенций у обучающихся.

Дисциплина «Методы научных исследований» относится к общепрофессиональному модулю образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

При реализации дисциплины «Методы научных исследований» организуется практическая подготовка путем проведения практических и лабораторных занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины студент направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен

знать:

- основные понятия научно-исследовательской работы;
- классификацию методов научных исследований;
- историю развития научного познания;
- структуру научно-исследовательской работы;
- основы планирования научного эксперимента;
- основы моделирования производственных процессов;

уметь:

- выполнять литературный обзор проведенных исследований в выбранном научном направлении;
- квалифицированно составлять план экспериментальных исследований от постановки цели и задач исследований до результатов и выводов проведенных работ;

владеть:

- основами и методиками измерения основных физических величин, определяющих протекание процесса;
- навыками обработки экспериментальных данных, определения относительных и абсолютных погрешностей эксперимента;
- методиками обработки опытных данных и обобщения полученных результатов.

Для успешного освоения дисциплины «Методы научных исследований» студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) относятся:

- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания и контрольные вопросы по практическим занятиям;
- задания по контрольной работе (по заочной форме обучения).

Промежуточная (заключительная) аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины;
- получившие положительную оценку при выполнении контрольной работы (для заочной формы обучения).

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, соответственно относятся:

- вопросы к экзамену по дисциплине.

Универсальная система оценивания результатов обучения приведена в таблице 1 и включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>Критерий</b>				
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	(только некоторые из которых может связывать между собой)	чаемый объект		
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Методы научных исследований» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень вопросов для подготовки к практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов заочной формы обучения.



# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Методы научных исследований», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области методологии научно-исследовательской деятельности, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции, практические занятия, консультирование по решению практических заданий, выполнение контрольной работы для заочной формы обучения.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены наиболее важным моментам по методологии научного познания в машиностроении. При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом, так и отдельных моментов

рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов. Важную роль играет привлечение студентов к научно-исследовательской деятельности.

Практические занятия проводятся для закрепления основных теоретических положений курса и реализации их в практических расчетах, формирования и развития у студентов мышления в рамках будущей профессии.

На практических занятиях следует добиваться точного и адекватного владения теоретическим материалом и его применения для решения задач.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в отсутствие преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь студентам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

При изучении курса предусмотрены следующие формы текущего контроля:

- опросы по теоретическому материалу;
- контроль на практических занятиях;
- выполнение и защита контрольной работы (заочная форма обучения).

Промежуточный контроль осуществляется в форме сдачи экзамена и имеет целью определить степень достижения учебных целей по дисциплине.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	Методологические основы научных знаний	2	2
2	Выбор направления научного исследования, постановка научно-технической проблемы и этапы научно-исследовательской работы	2	2

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
3	Поиск, накопление и обработка научной информации	2	2
4	Теоретические и экспериментальные исследования	2	2
5	Обработка результатов экспериментальных исследований	2	1
6	Основы изобретательского творчества	2	1
7	Организация научного коллектива. Особенности научной деятельности	2	1
8	Роль науки в современном обществе	2	1
<b>Итого</b>		<b>16</b>	<b>12</b>

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

### **Тема 1. Методологические основы научных знаний**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Определение понятия науки, ее цели, задачи, функции.
2. Наука и другие формы освоения действительности.
3. Основные этапы развития науки.
4. Понятие о научном знании.
5. Методы научного познания.
6. Этические и эстетические основания научной методологии.

*Ключевые понятия:* наука, знание, познание, идея, гипотеза, формализация, теория, эксперимент, этика.

*Литература:* [2, с. 5–35]

#### *Методические рекомендации*

Наука – это сфера исследовательской деятельности, направленная на получение новых знаний о природе, обществе и мышлении. Наука является важнейшей составляющей духовной культуры. Она характеризуется следующими взаимосвязанными признаками:

- совокупность объективных и обоснованных знаний о природе, человеке, обществе;
- деятельность, направленная на получение новых достоверных знаний;
- совокупность социальных институтов, обеспечивающих существование, функционирование и развитие познания и знания.

Термин «наука» употребляется также для обозначения отдельных областей научного познания: математики, физики, биологии и т.д. Целью науки является получение знаний о субъективном и объективном мире.

Задачами науки являются:

- собирание, описание, анализ, обобщение и объяснение фактов;
- обнаружение законов движения природы, общества, мышления и познания;
- систематизация полученных знаний;
- объяснение сущности явлений и процессов;
- прогнозирование событий, явлений и процессов;
- установление направлений и форм практического использования полученных знаний.

Функции науки. Важнейшая функция науки – быть производительной силой общества. Значение науки резко возросло в эпоху Возрождения, когда предметно-практическая деятельность достигла уровня, на котором многие задачи не поддавались решению без применения научных методов. В XX веке наука превращается в передовую движущую производительную силу. Возникают новые отрасли производства, неразрывно связанные с новейшими открытиями в области радиоэлектроники, биотехнологий, информационных технологий и т.д. Наука становится сферой духовного производства, которая вырабатывает и предлагает практике надежно обоснованные программы и планы деятельности, выраженные в форме теоретических исследований или инженерно-конструктивных схем.

Классификация наук – это раскрытие их взаимной связи на основании определенных принципов и выражение этих связей в виде логически обоснованного расположения или ряда. Классификация наук раскрывает взаимосвязь естественных, технических, общественных наук и философии.

Гипотеза (от греч. hypothesis – основание, предположение) – это предположение о причине, которая вызывает данное следствие. В основе гипотезы всегда лежит предположение, достоверность которого на определенном уровне науки и техники не может быть подтверждена. Гипотеза всегда выходит за пределы известных фактов и является направляющей силой для проведения теоретических или экспериментальных исследований. Любая гипотеза подвергается тщательной проверке, в результате которой убеждаются, что она не противоречит никаким другим уже доказанным гипотезам и что следствия, вытекающие из нее, совпадают с наблюдаемыми явлениями.

Закон – это необходимые, существенные, устойчивые, повторяющиеся отношения между явлениями в природе и обществе. Закон отражает общие связи и отношения, присущие всем явлениям данного рода, класса. Закон носит объективный характер и существует независимо от сознания людей. Главная задача науки и составляет познание законов, которые являются основой преобразования природы и общества.

Теория (от греч. *theoria* – рассмотрение, исследование) – это форма научного знания, которая дает целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности. Теория возникает в результате обобщения познавательной деятельности и практики.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое методология?
2. В чем заключается репродуктивная и продуктивная деятельность человека?
3. Что означает понятие «организация»?
4. Что такое наука, и какими признаками она характеризуется?
5. Перечислите функции науки.
6. Расскажите об этапах развития науки.
7. Что такое знание? Виды знаний.
8. В чем отличие чувственного и рационального познания?
9. Перечислите основные структурные элементы познания.
10. В чем заключаются этические основания методологии?

## **Тема 2. Выбор направления научного исследования, постановка научно-технической проблемы и этапы научно-исследовательской работы**

*Ключевые вопросы темы*

1. Методы выбора и цели направления научного исследования.
2. Постановка научно-технической проблемы.
3. Этапы научно-исследовательской работы.
4. Актуальность и научная новизна исследования.
5. Выдвижение рабочей гипотезы.

*Ключевые понятия:* проблема, направление, тема исследования, научный вопрос, актуальность, новизна, рабочая гипотеза.

*Литература:* [4, с. 30–46]

*Методические рекомендации*

В научно-исследовательской работе следует различать научное направление, проблемы и темы. Научное направление – это сфера исследований научного коллектива, посвященных решению крупных фундаментальных теоретических и экспериментальных задач в определенной отрасли науки. Структурными единицами направления являются комплексные проблемы, темы и вопросы.

Проблема – это сложная научная задача. Она охватывает значительную область исследования и должна иметь перспективное значение. Проблема состоит из ряда тем. Тема – это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных исследовательских вопросах, под которыми понимают более мелкие научные задачи. При разработке темы либо вопроса выдвигается конкретная задача в исследовании: разработать конструкцию, новый материал, технологию и т.д. Решение пробле-

мы ставит более общую задачу, например, решить комплекс научных задач, сделать открытие.

Целью научного исследования является достоверное и всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры, связей и отношений на основе разработанных в науке научных принципов и методов познания, а также получение и внедрение в производство полезных для человека результатов. В каждом научном исследовании выделяется объект и предмет исследования. Объект научного исследования – это материальная идеальная природная или искусственная система. Предмет научного исследования – это структура системы, закономерности взаимодействия как внутри, так и вне ее, закономерности развития, качества, различные ее свойства и т.д.

Изучение и обоснование физической сущности объекта или явления, создание абстрактной математической модели, описывающей их поведение в определенных условиях, предсказание и анализ предварительных результатов являются целью теоретических исследований.

Одним из основных критериев при экспертизе является актуальность темы научного исследования. Актуальность означает, что поставленные задачи требуют скорейшего решения для практики или соответствующей отрасли науки. Одним из главных требований к теме научной работы является ее научная новизна. Работа должна содержать решение научной задачи или новые разработки, которые расширяют существующие границы знания в данной отрасли науки. Новизна научной работы может быть связана как со старыми идеями, что выражается в их углублении, дополнительной аргументации, показе возможного использования в новых условиях, в других областях знания и на практике, так и с новыми идеями, выдвигаемыми лично исследователем.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое научно-исследовательская работа?
2. Какова цель научного исследования?
3. Перечислите виды научных исследований.
4. Перечислите структурные единицы научного направления.
5. Чем обосновывается актуальность темы научно-исследовательской работы?
6. Что необходимо для рабочей гипотезы?
7. Что такое научная новизна и её элементы?
8. Опишите этапы научно-исследовательской работы.
9. Какие варианты получения новых научных результатов вам известны?
10. Расскажите о способах познания истины.

### **Тема 3. Поиск, накопление и обработка научной информации**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Документальные источники информации.
2. Анализ документов.

3. Поиск, сбор и накопление научной информации.
4. Электронные формы информационных ресурсов.
5. Обработка научной информации, ее фиксация и хранение.

*Ключевые понятия:* источник, документ, информационный поиск, библиография, анализ, обзор.

*Литература:* [2, с. 40–56]

*Методические рекомендации*

Успешное проведение любых научных исследований в значительной степени зависит от своевременного обеспечения оперативной и полной информацией о достижениях науки и техники, эффективного использования её в научно-исследовательских, проектно-конструкторских и производственных предприятиях. Составить верное представление о лучших мировых и отечественных образцах техники невозможно, если информация о ней неполная и недостоверная и получена с опозданием. Поэтому чрезвычайно актуальной задачей является развитие общегосударственной системы сбора, обработки, хранения, эффективного поиска и передачи информации, основанной на достижениях современной вычислительной техники.

Научные документы содержат результаты теоретических или экспериментальных исследований, прослеживают историю важнейших открытий, раскрывают пути и характер научных исследований, описывают ход и методику ведения исследований. Большинство научных документов опубликованы, то есть являются изданиями. Среди них можно выделить: избранные труды выдающихся ученых; полные собрания сочинений классиков науки и техники; монографии – научные издания, содержащие всестороннее и полное исследование одной проблемы или темы и принадлежащие одному или нескольким авторам; тематические сборники, состоящие из статей различных авторов и посвященных изложению нескольких вопросов определенной темы. Такие издания, в отличие от монографии не освещают темы в целом, но подробно рассматривают её отдельные стороны, являющиеся наиболее особо значимыми или актуальными.

Немало научных документов относится к группе неопубликованных. Особое место среди них занимают диссертации и авторефераты к ним. Депонированные рукописи также относятся к неопубликованным научным документам. Суть депонирования заключается в передаче на хранение рекомендованных научным советом учреждений и организаций рукописей в специальные информационные органы, на которые возложены функции хранения подобных материалов по отрасли. Научные издания, содержащие материалы предварительного характера, опубликованные до выхода в свет издания, в котором они могут быть помещены, входят в число неопубликованных научных документов. К неопубликованным научным документам также относятся отчеты о результатах законченных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (отчеты о НИР и ОКР). Они служат важным источником научно-технической

информации и некоторые из них размножаются типографским способом, хотя и не считаются публикациями в полном смысле слова.

Информационный анализ документа предполагает формальную характеристику текста по нескольким параметрам: информационному объему, информационной емкости, физическому объему (габаритам), информативности и т.д. Метод терминологического анализа первоначально возник в лингвистике, но со временем обогатился приемами логики и сейчас успешно используется во многих научных областях. Применение его в каждой науке имеет свои характерные особенности. Контент-анализ, или метод количественного изучения содержания документа. Суть этого метода заключается в подсчете частоты встречающихся в тексте единиц: букв, слов, знаков, комбинаций знаков, терминов и т.д. Выделенные единицы после подсчета выстраиваются в порядке убывания частоты их использования в тексте, т.е. формируется тезаурус. Результаты подсчета позволяют увидеть то, что рассеяно в тексте и не видно на первый взгляд. Психолингвистический метод изучения документов. Это метод изучения текста с точки зрения особенностей его восприятия, влияющих на заинтересованность и его доступность для читателя. Авторский замысел выражает основная идея текста, так как при подготовке текста автор ориентируется на определенные запросы потенциального потребителя и стремится быть понятным. Такая целевая направленность создаваемых сообщений влияет на характер их фиксации в текстах, поэтому восприятие сообщения определяется не только запросами, но и способами передачи содержания сообщений.

Библиографический метод изучения документов. Библиографический и наукометрический методы относятся к методам, нацеленным на изучение количественной совокупности документов. Систематизация – это упорядочение и группировка всего собранного материала по содержанию и с учетом последовательности его использования при подготовке письменной работы. У систематизированного анализа две основные задачи: тщательная проверка полноты отбора источников и поверхностная проверка соответствия их выходных данных. Сегодня библиотеки по-прежнему представляют собой наиболее полный и доступный информационный фонд, поэтому при подготовке письменных работ наиболее часто используются библиотечные каталоги.

Поиск научной информации, или информационный поиск – это совокупность операций, направленных на отыскание документов, необходимых для разработки темы. Поиск может быть механическим, ручным, автоматизированным и механизированным. Проработка научно-технической информации требует творческого подхода, сосредоточенности и внимания. Системность и настойчивость являются важными факторами. Важно правильно записать проработанный текст, потому что запись прочитанного материала является неотъемлемым требованием. Научный работник, завершив анализ НТИ по выбранной теме исследования, должен поставить цель, которой необходимо достичь в результате выполнения работы, и задачи, которые необходимо решить, чтобы



достигнуть этой цели. Она формулируется в теме научно-исследовательской работы.

Поиск научной информации по УДК. Для успешного проведения поиска научной информации ее необходимо классифицировать. Наибольшее распространение в последнее время получила Универсальная Десятичная Классификация (УДК). Поиск научной информации, или информационный поиск – это совокупность операций, направленных на отыскание документов, необходимых для разработки темы. Поиск может быть механическим, ручным, автоматизированным и механизированным. Отбор и оценка фактического материала. Научное творчество предполагает значительную часть черновой работы, связанной с подбором основной и дополнительной информации, ее обобщением и представлением в форме, удобной для анализа и выводов. Поэтому важно научиться отбирать не любые факты, а только научные.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Охарактеризуйте понятие «документ».
2. Какие виды документов вам известны?
3. Перечислите методы анализа документов.
4. В чем заключается метод экспертных оценок?
5. Что такое каталог? Его виды.
6. Расскажите о принципах ведения рабочих записей.
7. Какие виды рабочих записей вы знаете?
8. Как составляется уточненный список исходных источников информации?
9. Что такое УДК?
10. Какие существуют принципы отбора и оценки фактического материала?

#### **Тема 4. Теоретические и экспериментальные исследования**

*Ключевые вопросы темы*

1. Методы и особенности теоретических исследований.
2. Структура и модели теоретического исследования.
3. Общие сведения об экспериментальных исследованиях.
4. Методика и планирование эксперимента.
5. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований.
6. Организация рабочего места экспериментатора.
7. Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента.

*Ключевые понятия:* аналитический метод, экспериментальный метод, системный анализ, теоретическое исследование, индукция, дедукция, эксперимент, измерение, опыт.

*Литература:* [4, с. 50–75]

*Методические рекомендации*

Аналитические методы исследований используют для исследования физических моделей, описывающих функциональные связи внутри или вне объекта. С их помощью устанавливают математическую зависимость между пара-

метрами модели. Эти методы позволяют провести глубокое исследование объекта и установить количественные точные связи между аргументами и функциями. Экспериментальные методы исследований позволяют более глубоко и детально изучить исследуемый процесс. Однако результаты эксперимента не могут быть перенесены на другой процесс, близкий по физической сущности. Это связано с тем, что результаты любого эксперимента отражают индивидуальные особенности лишь исследуемого процесса. Из опыта еще нельзя определить, какие факторы оказывают решающее влияние на процесс, если изменять различные параметры одновременно. Это означает, что при экспериментальном исследовании каждый конкретный процесс должен быть исследован самостоятельно. Экспериментальные методы позволяют установить частные зависимости между переменными в строго определенных интервалах их изменения. Таким образом, аналитические и экспериментальные методы имеют свои достоинства и недостатки, и это затрудняет решение практических задач. Поэтому сочетание положительных сторон обоих методов является перспективным.

Методы системного анализа. Системный анализ – это совокупность методов и приемов для изучения сложных объектов – систем, которые представляют собой сложную совокупность взаимодействующих между собой элементов. Суть системного анализа заключается в выявлении связей между элементами системы и установлении их влияния на поведение системы в целом.

Теоретическое знание – это сформулированные общие для какой-либо предметной научной области закономерности, позволяющие объяснить ранее открытые факты и эмпирические закономерности, а также предсказать и предвидеть будущие события и факты. Теоретическое знание трансформирует результаты, полученные на стадии эмпирического познания, в более глубокие обобщения, вскрывая сущности явлений, закономерности возникновения, развития и изменения изучаемого объекта.

Эксперимент является важнейшей составной частью научных исследований, в основе которого находится научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями. В научном языке и исследовательской работе термин эксперимент обычно используется в значении, общем для целого ряда сопряженных понятий: целенаправленное наблюдение, воспроизведение объекта познания, опыт, организация особых условий его существования, проверка предсказания. В это понятие вкладывается научная постановка опытов и наблюдение исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом его развития и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. Само по себе понятие «эксперимент» означает действие, направленное на создание условий в целях воспроизведения того или иного явления и по возможности наиболее чистого, т.е. не осложняемого другими явлениями.

Основная цель эксперимента – выявление свойств исследуемых объектов, проверка справедливости гипотез и на этой основе широкое и глубокое изуче-

ние темы научного исследования. Постановка и организация эксперимента определяются его назначением. Эксперименты, которые проводятся в различных отраслях науки, являются отраслевыми и имеют соответствующие названия: физические, химические, биологические, социальные, психологические, и т.п.

Вычислительным экспериментом называют методологию и технологию исследований, основанных на применении прикладной математики и электронно-вычислительных машин как технической базы при использовании математических моделей. Он основывается на создании математических моделей изучаемых объектов, которые формируются с помощью особой математической структуры, которая способна отражать свойства объекта, проявляемые им в различных экспериментальных условиях.

Правильная разработка методики эксперимента имеет особое значение. Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель исследования. Рабочее место экспериментатора – это часть рабочего пространства, на которое распространяется его непосредственное воздействие в процессе исследования. Рабочим пространством называется часть лабораторного или производственного помещения, оснащенная необходимыми экспериментальными средствами и обслуживаемая одним или группой исследователей. Лабораторией является специально оборудованное помещение, в котором производятся экспериментальные исследования. В соответствии с особенностями рабочего пространства выделяют три типа исследовательских лабораторий: стационарные, передвижные и ходовые. Важное место при проведении экспериментальных исследований занимает анализ результатов эксперимента. Это завершающая часть, на базе которой делается вывод о подтверждении гипотезы научного исследования. Анализ эксперимента является творческой частью исследования. Поскольку за цифрами иногда трудно представить физическую сущность процесса, требуется особо тщательное сопоставление причин, фактов, обуславливающих ход того или иного процесса и установление адекватности гипотезы и эксперимента.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Расскажите о теоретических исследованиях.
2. В чем заключается различие между эмпирическим и теоретическим знанием?
3. Модели теоретического исследования.
4. Какова роль эксперимента в научном исследовании?
5. Какие виды экспериментов вы знаете?
6. В чем суть вычислительного эксперимента?
7. Что в себя включает план эксперимента?
8. Как планируется эксперимент?
9. Что такое измерение? Его виды.
10. Как организовать рабочее место экспериментатора?

## **Тема 5. Обработка результатов экспериментальных исследований**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях.
2. Интервальная оценка измерений с помощью доверительной вероятности.
3. Методы графической обработки результатов измерений.
4. Оформление результатов научного исследования.
5. Устное представление информации.
6. Изложение и аргументация выводов научной работы.

*Ключевые понятия:* ошибка, погрешность, оценка, измерение, график, рукопись, аргументация.

*Литература:* [2, с. 60–84]

### *Методические рекомендации*

Исследователь должен одновременно с производством опытов и измерений проводить предварительную, а затем и окончательную обработку результатов измерений, их анализ, что позволяет корректировать эксперимент, контролировать и улучшать методику в ходе опыта. Анализ случайных погрешностей основывается на теории случайных ошибок. Он даёт возможность с определенной гарантией вычислить действительное значение измеренной величины и оценить возможные ошибки. Основу теории случайных ошибок составляют следующие предположения:

- большие погрешности встречаются реже, чем малые, так как вероятность появления погрешности уменьшается с ростом ее величины;
- при большом числе измерений случайные погрешности одинаковой величины, но разного знака встречаются одинаково часто;
- при бесконечно большом числе измерений истинное значение измеряемой величины равно среднearифметическому значению всех результатов измерений, а появление того или иного результата измерения как случайного события описывается нормальным законом распределения.

При обработке результатов измерений широко используют методы графического изображения. Такие методы дают более наглядное представление о результатах эксперимента, чем табличные данные. Поэтому чаще табличные данные обрабатывают графическими методами с использованием обычной прямоугольной системы координат. Чтобы построить график, необходимо хорошо знать ход исследования, течение исследовательского процесса, т.е. то, что можно взять из теоретических исследований.

Экспериментальные точки на графике необходимо соединять плавной линией, чтобы она проходила как можно ближе ко всем экспериментальным точкам. Но могут быть исключения, так как иногда исследуют явления, для которых в определенных интервалах наблюдается быстрое скачкообразное изме-

нение одной из координат. В таких случаях необходимо плавно соединять точки кривой.

Общее «осреднение» всех точек плавной кривой может привести к тому, что скачок функции подменяется погрешностями измерений. Иногда исследуются явления, для которых в определенном интервале наблюдается скачкообразное изменение одной из координат, объясняемое сущностью физико-химического процесса. Если при построении графика появляются точки, которые резко удаляются от плавной кривой, необходимо проанализировать причину этого отклонения, а затем повторить измерение в диапазоне резкого отклонения точки. Повторные измерения могут подтвердить или отвергнуть наличие такого отклонения.

Когда сформулированы выводы и обобщения, продуманы доказательства и подготовлены все иллюстрации, наступает следующий этап – литературное оформление полученных результатов в виде отчета, статьи, доклада или презентации. Литературное оформление результатов творческого труда предполагает знание и соблюдение определенных требований, предъявляемых к содержанию научной рукописи. В научных работах особенно важны ясность изложения, систематичность и последовательность представления материала.

Текст научной рукописи следует делить на абзацы, то есть на части, начинающиеся с красной строки. Важно помнить, что правильная разбивка на абзацы облегчает чтение и усвоение содержания текста. Критерием такого деления является смысл написанного – каждый абзац должен включать самостоятельную мысль, содержащуюся в одном или нескольких предложениях.

Также в рукописи следует избегать повторений, не допускать перехода к новой мысли, пока первая не получила полного законченного выражения. Писать текст нужно по возможности краткими и ясными для понимания предложениями. Текст лучше воспринимается, если в нем исключены частое повторение одних и тех же слов и выражений, тавтологии, сочетания в одной фразе нескольких свистящих и шипящих букв.

Значительную часть научных сведений ученые получают из устных источников – докладов и сообщений на конгрессах, симпозиумах, конференциях, семинарах. Съезды и конгрессы – высшая и наиболее представительная форма общения имеет национальный или международный характер. Здесь вырабатывается стратегия в определенной области науки и техники. Конференция является самой распространенной формой обмена информацией. Одна часть (докладчики) сообщает о новых научных идеях, результатах теоретических и экспериментальных исследований, отвечает на вопросы. Другая часть (слушатели) слушает, задает вопросы, участвует в прениях. На конференциях устанавливается строгий регламент для докладчиков, выступающих в прениях, организуется секционная работа. Конференции обычно принимают решения и рекомендации. На конференциях иногда организуются стендовые доклады. В определен-

ном месте вывешивается активный материал к докладу, и докладчик отвечает на вопросы.

Выводы, выражающие основное содержание полученного знания, должны быть сформулированы в соответствии с целями и задачами исследования и содержать решение поставленной проблемы. Это ответ на совокупность вопросов, заложенных в названных элементах научного исследования. Вывод должен быть изложен в тех понятиях и выражениях, посредством которых ставились вопросы, а также посредством понятий и выражений, чья связь с исходными может быть установлена в процессе аргументации выводов. Аргументация – это процесс обоснования определенной точки зрения с целью их смысловой идентификации с исследуемой реальностью и принятия научным сообществом.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие виды совокупности измерений вам известны?
2. Что такое доверительная вероятность измерения?
3. Как определить минимальное количество измерений?
4. Какие задачи у теории измерений?
5. Расскажите о методе проверки эксперимента на точность?
6. Расскажите о методе проверки эксперимента на достоверность?
7. В чем заключается проверка эксперимента на воспроизводимость результатов?
8. Как вычислить критерий Кохрена?
9. Какие методы графической обработки результатов измерений вы знаете?
10. Как оформляются результаты научного исследования?

### **Тема 6. Основы изобретательского творчества**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Общие сведения об объектах интеллектуальной собственности.
2. Объекты изобретения.
3. Условия патентоспособности изобретения.
4. Условия патентоспособности полезной модели.
5. Условия патентоспособности промышленного образца.
6. Патентный поиск.

*Ключевые понятия:* изобретение, патент, полезная модель, промышленный образец, устройство, способ, патентоспособность, патентный поиск.

*Литература:* [4, с. 80–94]

*Методические рекомендации:*

В России осуществляется правовая охрана объектов промышленной собственности – изобретений, полезных моделей и промышленных образцов. Права на изобретение, полезную модель, промышленный образец подтверждает патент на изобретение, свидетельство на полезную модель и патент на промышленный образец (далее – патент).

Патент – это документ, удостоверяющий приоритет, авторство, исключительное право на использование изобретения (полезной модели, промышленного образца). Патент предоставляется государством на определенный период времени. Он позволяет его обладателю запрещать третьим лицам использовать (в том числе изготовление, использование, продажу, ввоз) его изобретения.

К устройствам как объектам изобретения относятся конструкции и изделия. Устройство является наиболее распространенным объектом изобретения. К ним относятся машины, приборы, аппараты, оборудование, инструмент, транспортные средства, крепежные изделия, строительные конструкции, здания, сооружения, части зданий и т.д. и т.п.

К способам как объектам изобретения относятся процессы выполнения действий над материальными объектами с помощью материальных объектов. Если способ включает несколько действий, то процесс могут составить только взаимосвязанные действия. В этом случае в числе признаков способа должны быть такие, которые характеризуют взаимосвязь этих действий посредством указания их последовательности, одновременности или другим образом, в том числе в виде взаимосвязи режимов разных действий, условий перехода от предыдущего действия к последующему. На основании ст. 4 п. 1 Закона изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо. Изобретение является новым, если оно не известно из уровня техники. Изобретение имеет изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники.

Проверка изобретательского уровня проводится в отношении изобретения, охарактеризованного в независимом пункте формулы, и включает: определение наиболее близкого аналога, выявление признаков, которыми отличается заявленное изобретение от наиболее близкого аналога; выявление из уровня техники таких решений, которые имеют признаки, совпадающие с отличительными признаками рассматриваемого изобретения. Изобретение признается соответствующим условию изобретательского уровня, если не выявлены решения, имеющие признаки, совпадающие с его отличительными признаками, или такие решения выявлены, но не подтверждена известность влияния отличительных признаков на указанный заявителем технический результат.

К полезным моделям относится конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. Полезной модели предоставляется правовая охрана, если она является новой и промышленно применимой. Полезная модель является новой, если совокупность ее существенных признаков не известна из уровня техники.

К промышленным образцам относится художественно-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид. Промышленному образцу предоставляется правовая охрана, если он является новым, оригинальным и промышленно применимым. Промышленный образец признается новым, если

совокупность его существенных признаков, определяющих эстетические или эргономические особенности изделия, не известна из сведений, ставших общедоступными в мире до даты приоритета промышленного образца.

Обязательным этапом научного исследования является патентный поиск. С его помощью осуществляется процесс поиска в патентных фондах документов, соответствующих теме запроса. Патентный поиск может осуществляться вручную, с помощью информационно-поисковых систем или с использованием соответствующих компьютерных программ. РОСПАТЕНТ – это Российское патентное ведомство, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. В информационной поисковой системе возможен поиск по изобретениям, рефератам патентных документов на русском и английском языках, перспективным изобретениям, полезным моделям. По состоянию на 2010 г. в базе данных Роспатента насчитывалось около 2 млн. документов на изобретения и полезные модели.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Над какими объектами промышленной собственности осуществляется охрана в РФ?
2. Что такое патент?
3. Что может являться объектом изобретения?
4. Что можно отнести к веществам как объектам изобретения?
5. Какие изобретения не могут быть признаны патентоспособными?
6. Какие условия патентоспособности полезной модели вам известны?
7. Что такое патентный поиск?
8. Как осуществлять патентный поиск?
9. Каковы цели патентного поиска?
10. Какие виды патентного поиска вам известны?

### **Тема 7. Организация научного коллектива. Особенности научной деятельности**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Структурная организация научного коллектива и методы управления научными исследованиями.
2. Основные принципы организации деятельности научного коллектива.
3. Методы сплочения научного коллектива.
4. Психологические аспекты взаимоотношений руководителя и подчиненного.
5. Особенности научной деятельности.
6. Определение количественных значений показателей стандартизации и унификации.

*Ключевые понятия:* структурная организация, управление исследованиями, дифференцированный подход, психологический аспект, конфликт, научная деятельность.



*Литература:* [2, с. 88–102]

*Методические рекомендации*

Организацией научных исследований является система взаимосвязанных структур и организаций, которые обеспечивали бы оптимальный режим и непрерывное совершенствование научного труда с целью получения эффективных результатов. В соответствии с иерархией структур научных учреждений и ведомств различают организацию научных исследований на различных уровнях:

- организация труда научного работника;
- работа подразделений научного учреждения;
- деятельность научного учреждения.

Важное место занимает научная организация труда. Её основные положения предусматривают высокую организованность труда научного работника, плавность научной работы, контролирование и точное фиксирование результатов работы, обеспечение резерва в научной работе, строгое соблюдение режима и гигиены умственного труда, использование средств для механизации и автоматизации.

Вопросы организации работы научных коллективов приобретают особое значение, так как их структура должна обеспечить возможность специализации и кооперации труда ученых. Успешная деятельность научного коллектива во многом зависит от того, соблюдаются ли принципы организации работы с людьми. Дифференцированный подход в работе с людьми опирается на схему управленческого решения задач подбора и расстановки кадров «хочу» – «могу» – «нужно». Эти три компонента взаимосвязаны. Первый компонент характеризует систему потребностей и интересов каждого отдельного работника. Второй характеризует личные возможности человека (профессиональные и общественные). И третий определяет потребность системы в кадрах определенной квалификации претендента на рабочее место. Не всегда компоненты «хочу» и «нужно» полностью совпадают.

Следует иметь в виду, что способности работника при соответствующих условиях могут развиваться и корректироваться. В настоящее время разработан ряд методов изучения деловых и личностных качеств работников. Например, один из методов «Типология-7» предназначен для выявления у человека врожденных или приобретенных «управленческих» качеств, таких как креативность, то есть способность к прогрессивным преобразованиям, авантюризм, надежность, исполнительность, деловитость, консервативность.

Руководитель должен обладать такими качествами, как предприимчивость, то есть изобретательность, находчивость, инициативность, энергичность, практичность. Развитию инициативы и предприимчивости способствуют постоянное изучение и обобщение передовых достижений науки и техники в той области знаний, в которой работает данный коллектив.

Руководитель должен периодически повышать свой профессиональный уровень. Каждый руководитель должен обладать соответствующим уровнем

компетентности, определяемым его знанием и опытом. Именно компетентность позволяет ему принимать участие в разработке определенного круга решений или решать самому. При управлении коллективом руководитель всегда должен придерживаться определенной служебной этики, то есть норм и правил поведения, которые основываются на общественном мнении и традициях.

Он должен уметь выделять существенные общие и особенные черты в людях и в ситуациях, понимать логику развития ситуации, переносить положительный опыт из одной ситуации в другую.

Конфликт является одним из средств управления и неверно поступает тот руководитель, который стремится либо подавлять все возникающие конфликты без разбора, либо не вмешиваться в них. Обе эти позиции являются неверными. Полезная функция конфликтов вытекает из известного положения о том, что источником всякого развития является противоречие, столкновение противоположных сил или тенденций. Конечно, не всякий конфликт способствует развитию коллектива, поэтому руководитель должен стремиться воздействовать на конфликт в нужном направлении.

На стиль научной и производственной деятельности влияет также тип нервной системы человека. Люди с сильной нервной системой способны дольше и с большей интенсивностью трудиться в течение суток. Но, однако вследствие этого они порой не щадят своего здоровья, расшатывают свою нервную систему и портят отношения с другими сотрудниками на работе. Людям же со слабой нервной системой особенно необходимо планирование режимов труда и отдыха.

Трудовой коллектив не просто функционирует, он постоянно развивается, но не всегда его развитие напоминает постепенную эволюцию. Как известно, новое рождается в борьбе со старым. Сознательные изменения, какие вносятся в деятельность коллектива, нередко встречают сопротивление, порождают споры и противоречия, так как не всегда и не все сразу оказываются подготовленными к тем новым требованиям, с которыми им приходится столкнуться. Этот фактор не должно останавливать руководителя. Опасны не сами противоречия между людьми, а негативное следствие конфликтных ситуаций, то есть несправедливость и нанесение обиды, неразрешенный конфликт, ухудшение отношений, а иногда и увольнение работников.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие виды методов управления научными исследованиями вам известны?
2. Перечислите основные принципы организации и управления научным коллективом.
3. Что такое конфликт?
4. Какие психологические аспекты взаимоотношения руководителя и подчиненного вам известны?
5. Кого относят к неформальной группе?

6. Как сотрудник может повысить свою работоспособность?
7. Как сплотить научный коллектив?
8. Назовите наиболее распространенную структуру научного подразделения.
9. Что такое научный коллектив?
10. Что может навредить деятельности научного коллектива?

## **Тема 8. Роль науки в современном обществе**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Социальные функции науки.
2. Наука и нравственность.
3. Противоречия в науке и практике.

*Ключевые понятия:* социальная функция, нравственный принцип, объективность, противоречие в науке, противоречие в практике.

*Литература:* [3, с. 198–217]

### *Методические рекомендации*

Наука – основная форма человеческого познания. В наши дни она оказывает все более значимое и существенное влияние на реальные условия нашей жизни, в которой нам так или иначе придётся ориентироваться и действовать. Философское видение мира предполагает определенные представления о том, что такое наука, как она устроена и как развивается, что она может и на что позволяет надеяться, а что ей недоступно.

Наиболее важные функций науки следующие:

1. **Познавательная функция.** Она задана самой сутью науки, главное назначение, которой познание общества и человека, природы, объяснение различных явлений и процессов, рационально-теоретическое постижение мира, открытие его законов и закономерностей, то есть производство нового научного знания.

2. **Мировоззренческая функция.** Она тесно связана с первой, и её главная цель – разработка научной картины мира и научного мировоззрения, исследование рационалистических аспектов отношения человека к миру, обоснование научного миропонимания.

3. **Производственная или технико-технологическая функция.** Она необходима для внедрения в производство инноваций, новых технологий. Также характеризует данную функцию науки тот факт, что многие исследователи говорят о науке как особом «цехе» производства, превращении науки в непосредственную производительную силу общества.

4. **Культурная, образовательная функция.** Она заключается в том, что наука является заметным фактором культурного развития людей и образования. Ее достижения, идеи и рекомендации активно воздействуют на весь учебно-воспитательный процесс, содержание программ, учебников, технологию, формы и методы обучения. Данная функция науки осуществляется через культурную деятельность и политику, систему образования и средства массовой ин-

формации, просветительскую деятельность ученых. Науку можно отнести к культурному феномену, так как она занимает исключительно важное место в сфере духовного производства.

Нравственность регулирует отношения людей в обществе при помощи неписаных законов, норм и правил поведения, выработанных в процессе естественного развития общества, и является самостоятельной сферой духовной жизни. Нравственность и мораль являются объектом изучения этики и философии. Они формируют идею о добре и зле, о должном и справедливом. Нравственные принципы обуславливают само функционирование науки как социального института. Древнегреческий философ и ученый Аристотель говорил: «Кто двигается вперед в науках, но отстаёт в нравственности, тот более идёт назад, чем вперед».

Этическое регулирование науки происходило всегда. Нравственное регулирование связано с отношениями людей, а не с отношениями исследователя к различным математическим, физическим объектам исследования или мыслительным операциям. Но наука является результатом деятельности человека, поэтому в ней всегда присутствует нравственный компонент.

Влияние нравственных ценностей на науку может быть внутренним и внешним. Внутренняя взаимосвязь науки и нравственности связана с творческим процессом научных коллективов. Если отношения в коллективе основаны на уважении, поддержке и доверии, то эта деятельность характеризуется положительными нравственными ценностями. Если же в коллективе царит недоброжелательность, угодничество или подсиживание, то это мешает научному творчеству и здесь проявляется отрицательное влияние нравственности на науку.

Научные открытия очень серьёзно влияют на общественную жизнь, поэтому ученые несут ответственность за свои открытия. В этом проявляется внешнее воздействие нравственности на науку, так как наука развивается не в этическом вакууме, а в тесной связи с нравственным состоянием общества и во многом определяется его политическими, экономическими задачами и техническими возможностями.

Само по себе знание не несет никакой нравственной характеристики. Однако это происходит лишь до определенного момента. Пока оно не превращается, например, в атомную бомбу, приборы для тотального воздействия на психику или для вмешательства в генетический аппарат. Именно в этот момент перед ученым встают две серьезные нравственные проблемы:

- продолжать ли исследования в этой научной области, результаты которых могут нанести вред отдельным людям и человечеству в целом;
- брать ли на себя ответственность за использование полученных результатов открытий «во зло», то есть для разрушения, безраздельного господства над сознанием и судьбами других людей.

Большинство ученых первый вопрос решают положительно: продолжать. Разум ученого не терпит границ, он стремится преодолеть все препятствия на пути к научной истине, к знанию о том, как устроены мир и человек.

Нравственная сторона проблемы состоит в том, что открытые учеными законы могут навредить людям. Противники некоторых видов исследований считают, что человечество сегодня еще не готово, например, к информации о глубинных генетических законах, о новых возможностях психологии, позволяющих манипулировать другими людьми. Они также считают, что открытие новых источников энергии, знание об устройстве нашей планеты могут быть использованы не во благо, а во зло. Дело не в самом знании, а в том, как его применять. Это уже другая сфера взаимодействия науки и нравственности – внутринаучная этика. В этой области мнения тоже разделяются, и это разделение инициировано реальным противоречием. С одной стороны, ученый не может отвечать за последствия своих исследований, так как в большинстве случаев он не принимает решение о применении его открытия на практике. Исключительное право массового применения на практике научных открытий лежит на совести правительств, военных, политиков.

Объективность может выражаться в стремлении видеть изучаемый предмет всесторонне, в целостности, быть непредвзятым и избегать излишней страстности, очарованности собственной концепцией. Истина открывается только тому, кто способен увидеть предмет изучения «с высоты птичьего полета», оценить его взглядом беспристрастного судьи. При соблюдении этого условия возможна полноценная научная дискуссия, дающая весомые интеллектуальные плоды.

Объективность можно рассматривать и как другой облик справедливости. Они обе выступают как подлинные добродетели ученого. Но, к сожалению, в научном сообществе иногда практикуется замалчивание результатов, полученных оппонентами, игнорирование их успехов, подтасовка данных и т.д.

Основные противоречия в науке следующие:

1. Противоречия в строении единой картины мира, созданной наукой, и внутренние противоречия в самой структуре научного знания, которые породила сама же наука.

2. Стремительный рост научного знания, развитие техники и технологий привели к резкому увеличению подробности картины мира и, соответственно, разделению профессиональных областей на множество специальностей.

3. Современное общество стало поликультурным. Сегодня каждая культура претендует на собственную форму самоопределения и самоописания в истории.

4. Сегодня роль науки существенно изменилась по отношению к общественной практике. Наука все больше направлена на технологическое совершенствование практики. Понятие «научно-техническая революция» сменилось понятием «технологическая революция», а сейчас появилось понятие «техноло-

гическая эпоха», так как основное внимание ученых переключилось на развитие технологий. Например, стремительное развитие компьютерной техники и компьютерных технологий. С одной стороны, современный компьютер по сравнению с первыми (40-е годы XX века) принципиально ничего нового не содержит. Но уменьшились его размеры, увеличилось быстродействие, большая память, то есть стремительно развиваются технологии. Таким образом, можно сказать, что наука больше переключилась на непосредственное обслуживание практики.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какие основные подходы к научным исследованиям вам известны?
2. Назовите наиболее важные функции науки.
3. Какова роль науки в современном обществе?
4. Что является центром развития общества?
5. В чем заключается специфика современных технологий?
6. Какие противоречия в науке и практике вам известны?
7. Охарактеризуйте сферы взаимодействия науки и нравственности.
8. Каковы социальные функции науки?
9. Какова роль науки в современном образовании?

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков интерпретации и обработки результатов научных исследований.

Практические занятия по дисциплине «Методы научных исследований» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практическому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, связанных с темой практического занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия	Кол-во часов ПЗ
		очная форма
1	Обработка результатов наблюдений над случайной величиной	5
2	Дисперсионный анализ	5
3	Корреляционный анализ	5
4	Регрессионный анализ (способ наименьших квадратов)	5
5	Планирование эксперимента. Выбор объекта исследования, параметра оптимизации, влияющих факторов.	5
6	Планирование полного факторного эксперимента	5
<b>Итого</b>		<b>30</b>

**Практическая работа № 1:** Обработка результатов наблюдений над случайной величиной

*Цель:* получение практических умений и навыков определения числовых характеристик случайной величины с целью идентификации закона распределения.

*Задание по практической работе:* ознакомиться с представленным методическим материалом; используя пример расчета, обработать результаты наблюдений с целью идентификации закона распределения величины (данные для расчета необходимо изменить на величину своего варианта); ответить на контрольные вопросы.

*Методические рекомендации*

1. Сформировать первичную статистическую совокупность.

2. Сформировать упорядоченную статистическую совокупность.
3. Найти наибольшее и наименьшее значение исходных данных.
4. Определить размах варьирования выборки.
5. Определить количество интервалов группирования.
6. Определить величину интервала группирования.
7. Найти центр распределения выборки.
8. Рассчитать частоты, частоты, накопленные частоты, накопленные частоты, плотности распределения частот и частостей.
9. Построить гистограмму.
10. Построить ломаную кумуляту.
11. Построить полигон.
12. Построить ступенчатую кумуляту.
13. Определить числовые характеристики эмпирического распределения.
14. Определить дисперсии.
15. Определить среднее квадратическое отклонение.
16. Определить коэффициент вариации.
17. Определить медиану (аналитически и графически).
18. Определить моду.
19. Определить асимметрию и эксцесс.
20. Рассчитать вспомогательные коэффициенты.
21. Выбрать теоретический закон распределения (выбор осуществляется по коэффициенту вариации, а также по виду полигона и гистограммы).
22. Выбрать теоретический закон распределения (выбор осуществляется по коэффициенту вариации, а также по виду полигона и гистограммы).
23. Проверить гипотезу о соответствии эмпирического распределения нормальному закону с использованием критерия согласия Пирсона.

*Контрольные вопросы:*

1. Чем занимается математическая статистика?
2. Что такое случайная величина?
3. Какая случайная величина называется дискретной (непрерывной)?
4. Что такое ряд распределения?
5. Что является аналитическими выражениями законов распределения?
6. Перечислите параметры, характеризующие положение случайной величины.
7. Перечислите параметры, характеризующие рассеивание случайной величины.
8. Что такое дисперсия, СКО?
9. Чем выборка отличается от генеральной совокупности?
10. Какая выборка называется репрезентативной?
11. В чем смысл статистических методов?
12. Как построить гистограмму?



13. Что такое частота, частость?
14. Какая бывает асимметрия?
15. Как эксцесс влияет на форму кривой распределения?
16. Перечислите наиболее распространенные законы распределения.
17. Что такое статистическая гипотеза?
18. Перечислите критерии для проверки статистических гипотез.
19. Что такое уровень значимости, критерий значимости?

### **Практическая работа № 2: Дисперсионный анализ**

*Цель:* получить навыки и умения применения дисперсионного анализа при построении однофакторного и двухфакторного комплекса.

*Задание по практической работе:* изучить теоретические аспекты однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа; используя пример расчета, выявить влияние одного фактора на исследуемый признак (все данные в матрице наблюдений изменить на величину своего варианта); используя пример выполнения работы, выявить влияние двух факторов «А» и «В» на исследуемый признак (все данные в матрице наблюдений изменить на величину своего варианта); ответить на контрольные вопросы.

#### *Методические рекомендации*

Дисперсионный анализ – это статистический метод анализа результатов наблюдений, зависящих от различных одновременно действующих факторов, выбор наиболее важных факторов и оценка их влияния.

Идея дисперсионного анализа заключается в разложении общей дисперсии случайной величины на независимые случайные слагаемые, каждое из которых характеризует влияние того или иного фактора или их взаимодействия. Последующее сравнение этих дисперсий позволяет оценить существенность влияния факторов на исследуемую величину/ Если исследуется влияние одного фактора на исследуемую величину, то речь идет об однофакторном комплексе. Если изучается влияние двух факторов – двухфакторный комплекс.

Возможен случай, когда на автоматической линии несколько станков параллельно выполняют некоторую операцию. Для правильного планирования последующей обработки важно знать, насколько однотипными являются средние размеры деталей, получаемых на параллельно работающих станках. Здесь имеет место лишь один фактор, влияющий на размер деталей – станки. Исследователя интересует, существенно ли влияние этого фактора на размеры деталей. Ответ на этот вопрос можно получить, сравнивая средние по каждому станку размеры деталей между собой и оценки существенности разницы этих средних.

Возможна задача оценки действия двух одновременно действующих факторов. Предположим, что имеется несколько однотипных станков и несколько видов сырья. Требуется выяснить, значимо ли влияние различных станков и качество сырья в партиях на качество обрабатываемых деталей.

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое дисперсионный анализ?
2. В чем идея дисперсионного анализа?
3. Перечислите порядок однофакторного дисперсионного анализа.
4. Перечислите порядок двухфакторного дисперсионного анализа.
5. Как определить степень влияния того или иного фактора?

### **Практическая работа № 3: Корреляционный анализ**

*Цель:* получить навыки и умения измерения тесноты связи с помощью коэффициента корреляции и корреляционного отношения.

*Задание по практической работе:* изучить теоретические аспекты корреляционного анализа; используя пример расчета, вычислить коэффициент корреляции и корреляционное отношение (все значения  $Y$  изменить на величину своего варианта); ответить на контрольные вопросы.

#### *Методические рекомендации*

Связи между различными явлениями в природе сложны и многообразны. Однако их можно определенным способом классифицировать. В технике и естествознании часто речь идет о функциональной зависимости между переменными  $X$  и  $Y$ , когда каждому значению  $X$  поставлено в однозначное соответствие определенное значение  $Y$ . В реальном мире многие явления природы происходят в обстановке действия многочисленных факторов, влияние каждого из которых ничтожно, а число этих факторов велико. В этих случаях связь теряет свою строгую функциональность, и изучаемая физическая система переходит не в определенное состояние, а в одно из возможных. Здесь речь идет о стохастической связи. Частный случай стохастической связи – статистическая связь. Об этой связи имеет смысл говорить, когда условное математическое ожидание одной случайной переменной является функцией значения, принимаемого другой случайной переменной.

Значения статистической зависимости между случайными переменными имеет большое практическое значение. С ее помощью можно прогнозировать зависимость случайной переменной, в предположении, что независимая принимает определенное значение. Чтобы изучить статистическую зависимость необходимо знать условное математическое ожидание случайной переменной. Для его оценки необходимо знать аналитический вид двумерного распределения  $(X; Y)$ .

Корреляционная зависимость – это зависимость между одной случайной переменной и условным средним значением другой переменной. Примерами корреляционной связи являются зависимости: между пределами прочности и текучести стали определенной марки, между погрешностью размера и погрешностью формы поверхности детали, обработанной определенным методом, между температурой испытания и ударной вязкостью стали, между усилием прижима ролика и шероховатостью накатанной детали. В первых двух приме-

рах имеет место корреляционная связь между двумя откликами, а в третьем и четвертом – между фактором, который является случайной величиной в связи с погрешностью измерения, и откликом.

Двумерная корреляция изучает пары случайных чисел. Эти числа можно изобразить графически в виде точки с координатами  $(X; Y)$ . Таким образом, можно изобразить весь набор пар случайных чисел, т.е. всю выборку. Эта задача упрощается, если выборку упорядочить. Для этого значения  $X$  и  $Y$  разбивают на интервалы. По одной оси откладывают интервалы, соответствующие переменной  $Y$ , а по другой – соответствующие  $X$ . Каждую пару чисел изображают в виде точки в соответствующей клетке. Такое изображение корреляционной зависимости называется полем корреляции. По расположению точек можно в первом приближении предположить о форме и тесноте корреляционной связи.

Полная информация о вероятностной связи двух случайных величин представляется совместной плотностью распределения  $f(x; y)$  или условными плотностями распределения  $f(x/y)$ ,  $f(y/x)$ , т. е. плотностями распределения случайных величин  $X$  и  $Y$  при задании конкретных значений  $y$  и  $x$  соответственно.

Основными характеристиками вероятностных зависимостей являются корреляционный момент и коэффициент корреляции. Корреляционный момент одновременно характеризует связь между случайными величинами и их рассеивание. По своей размерности он соответствует дисперсии для независимой случайной величины. Если случайные величины независимы, то корреляционный момент равен нулю, так как его можно представить как произведение центральных моментов случайных величин, которые равны нулю. Если хотя бы одна из случайных величин имеет малое рассеивание, то корреляционный момент мал даже при явной зависимости между случайными величинами.

Коэффициент корреляции, характеризуя степень тесноты связи случайных величин и может изменяться в пределах от  $-1$  до  $+1$ . Чем ближе значение его абсолютной величины к единице, тем сильнее линейная связь между случайными величинами; чем ближе к нулю, тем эта связь слабее. При более подробном анализе вероятностной связи определяют условные математические ожидания случайных величин, то есть математические ожидания случайных величин  $Y$  и  $X$  при заданных конкретных значениях  $x$  и  $y$  соответственно.

*Контрольные вопросы:*

1. Дайте понятие статистической связи.
2. Что такое корреляционная зависимость?
3. Приведите примеры корреляционной зависимости.
4. Что такое поле корреляции?
5. Что такое корреляционный момент?
6. Что характеризует корреляционный момент?
7. Для чего служит коэффициент корреляции?
8. Какие может принимать значения коэффициент корреляции?

**Практическая работа № 4:** Регрессионный анализ (способ наименьших квадратов)

*Цель:* получить знания, навыки и умения применения «способа наименьших квадратов» для аппроксимации опытных данных.

*Задание по практической работе:* изучить теоретические аспекты регрессионного анализа и способа наименьших квадратов; провести аппроксимацию опытных данных (связь между переменными: линейная, множественная, параболическая, гиперболическая); построить эмпирическую и теоретическую линии регрессии (все данные  $Y$  изменить на величину своего варианта); ответить на контрольные вопросы.

*Методические рекомендации*

С помощью корреляционного анализа можно установить, насколько тесна связь между двумя или более случайными величинами. Однако в дополнение к этому желательно располагать моделью зависимости, которая позволяла бы предсказывать значение некоторой величины по заданным значениям других величин.

Определить форму связи – значит выявить механизм получения зависимой случайной переменной. При изучении статистических зависимостей, форму связи можно охарактеризовать функцией регрессии, которая может быть линейной, квадратной, показательной и т.д. Зависимость между несколькими переменными величинами принято выражать уравнением множественной регрессии (может быть линейной и нелинейной).

В качестве уравнения регрессии может быть использовано уравнение прямой линии, многочлен  $k$ -ой степени или какая-то другая функция. В первом случае связь называется линейной, в остальных – нелинейной. регрессионный анализ применяют для обработки результатов пассивного эксперимента, т.е. эксперимента, в котором невозможно назначать и поддерживать на выбранном уровне значения неслучайной величины. Более эффективным является активный эксперимент, позволяющий применять математическое планирование эксперимента и тем самым уменьшать время и число опытов

*Контрольные вопросы:*

1. Что значит определить форму связи?
2. Что называется кривой регрессии?
3. Чем эмпирическая линия регрессии отличается от теоретической?
4. Какие ученые предложили «способ наименьших квадратов»?
5. В чем сущность «способа наименьших квадратов»?
6. Запишите условие Лежандра.
7. Как выглядит уравнение множественной регрессии?
8. Как выглядит уравнение параболы второго порядка?

**Практическая работа № 5:** Планирование эксперимента. Выбор объекта исследования, параметра оптимизации, влияющих факторов

*Цель:* закрепление знаний, умений и навыков по выбору объекта исследования, влияющих факторов, параметра оптимизации.

*Задание по практической работе:* ознакомиться с представленным методическим материалом; выбрать объект исследования («чёрный ящик»), нарисовать его схему, описать принцип работы выбранного объекта; обосновать выбор параметра оптимизации (у-отклик); перечислить все влияющие факторы «х» на параметр оптимизации «у»; зарисовать модель объекта исследования в виде «чёрного ящика»; ответить на контрольные вопросы.

*Методические рекомендации*

В процессе планирования эксперимента наиболее востребованы математические модели. Чаще всего постановка эксперимента осуществляется для решения одной из двух основных задач. Первую задачу называют экстремальной. Она заключается в отыскании условий процесса, обеспечивающих получение оптимального значения выбранного параметра. Признаком экстремальных задач является условие поиска экстремума некоторой функции, аргументами которой являются действующие факторы. Эксперименты, которые ставят для решения задач оптимизации, называют экстремальными.

Вторую задачу называют интерполяционной. Её цель – получение интерполяционной формулы для предсказаний значений изучаемого параметра, зависящего от ряда факторов. Для решения экстремальной или интерполяционной задачи необходимо иметь математическую модель исследуемого объекта. Модель объекта получают, используя результаты опытов. При исследовании многофакторного процесса постановка всех возможных опытов для получения математической модели связана с высокой трудоемкостью эксперимента, поскольку их число весьма велико. Задача планирования состоит в установлении минимально необходимого числа экспериментов и условий их проведения, в выборе методов математической обработки результатов и последующем принятии решений. Планирование экспериментов значительно сокращает их число, необходимое для получения модели процесса.

Частным случаем планирования эксперимента является планирование экстремального эксперимента, т. е. процесс выбора их числа и условий проведения, минимально необходимых для нахождения экстремальных экспериментов с помощью метода Бокса – Уилсона, называемого методом крутого восхождения. При планировании экстремального эксперимента цель исследования должна быть четко сформулирована и должна иметь количественную оценку. Характеристику цели, заданную количественно, называют параметром оптимизации. Параметр оптимизации является откликом, на воздействие факторов, определяющих поведение процесса. Результаты эксперимента используют для получения математической модели исследуемого процесса. Математическая модель – система математических соотношений, описывающих изучаемый

процесс или явление. При планировании эксперимента под математической моделью часто понимают уравнение, связывающее параметр оптимизации с факторами. Такое уравнение называют функцией отклика.

При постановке экстремальных экспериментов на первом этапе находят область оптимума. На втором этапе стремятся получить более полное представление о поверхности отклика в области оптимума. Решение экстремальной задачи предусматривает получение функции отклика и нахождение с помощью ее оптимальных условий протекания процесса.

Для правильного определения параметра оптимизации и выбора схемы планирования эксперимента необходимо предварительное изучение объекта исследования с целью сбора априорной информации. Сбор априорной информации предусматривает изучение литературных данных, анализ результатов ранее проведенных работ и т.д. При планировании эксперимента объект исследования должен отвечать двум основным требованиям:

- результаты исследования должны быть воспроизводимы. Объект исследования удовлетворяет требованию воспроизводимости, если многократно повторенные опыты дают результаты, разброс значений которых не превышает некоторой наперед заданной величины;

- объект должен быть управляемым. Практически нет абсолютно управляемых объектов. На реальный объект действуют как управляемые, так и неуправляемые факторы, влияющие на воспроизводимость результатов экспериментов. Если требование воспроизводимости выполняется, то возможно активное вмешательство в процесс исследования и выбор для каждого эксперимента управляемых факторов на тех уровнях, которые представляют интерес для исследования. Объект, на котором возможен активный эксперимент, называется управляемым.

При планировании эксперимента важно правильно выбрать параметр оптимизации «у». Движение к оптимуму возможно, если выбран один параметр оптимизации, а другие выступают в качестве ограничений. Возможно построение обобщенного параметра как функции от множества исходных параметров. Параметр оптимизации должен быть количественным, доступным для измерения и должен выражаться одним числом. Если измерение параметра невозможно, то пользуются ранговой оценкой. Ранг – это оценка параметра оптимизации по заранее выбранной шкале: двухбалльной, пятибалльной, десятибалльной и т. п. Ранговый параметр имеет ограниченную дискретную область определения. В простейшем случае область содержит два значения: да – нет; хорошо – плохо; брак – годные детали и т. д. При прочих равных условиях предпочтение необходимо отдавать количественному измерению, так как ранговая оценка носит субъективный характер.

Параметр оптимизации должен быть однозначным в статистическом смысле, т. е. заданному сочетанию уровней факторов должно соответствовать одно (с точностью до ошибки эксперимента) значение параметра оптимизации;

эффективным в статистическом смысле, т. е. определяться с наибольшей точностью, что позволяет сократить до минимума число параллельных экспериментов; существовать для всех состояний исследуемого объекта; иметь физический смысл.

Параметры оптимизации могут быть экономическими, технико-экономическими, технико-технологическими и другими. Экономическими являются прибыль, себестоимость, рентабельность. К технико-экономическим относят производительность, надежность, долговечность. Технико-технологическими параметрами являются механические, физические, физико-химические и некоторые другие характеристики изделия. Большинство параметров оптимизации прямо или косвенно связано с экономичностью производства или экономичностью эксплуатации изделия.

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое научное исследование?
2. Перечислите этапы научного исследования.
3. Что понимают под предметом исследования?
4. Что такое эксперимент?
5. Что такое планирование эксперимента?
6. Перечислите принципы планирования эксперимента.
7. Что понимают под моделью?
8. Какие бывают модели?
9. Что такое параметр оптимизации?
10. Что из себя представляет функция отклика?
11. Что из себя представляет план эксперимента первого порядка?
12. Как выглядит полином первой степени?
13. Какие требования предъявляют к параметру оптимизации?
14. Что такое фактор?
15. Какие требования предъявляют к факторам?

**Практическая работа № 6:** Планирование полного факторного эксперимента

*Цель:* закрепление знаний, умений и навыков по планированию полного факторного эксперимента, а также по статистической оценке результатов экспериментов.

*Задание по практической работе:* ознакомиться с представленным методическим материалом; используя пример выполнения лабораторной работы провести статистическую оценку результатов эксперимента (объект исследования студент выбирает самостоятельно); ответить на контрольные вопросы.

*Методические рекомендации*

Выбор области эксперимента производят на основе априорной информации. В этой области устанавливают основные уровни и интервалы варьирова-

ния факторов. Основным или нулевым уровнем фактора называют его значение, принятое за исходное в плане эксперимента. Основные уровни факторов выбирают таким образом, чтобы их сочетание отвечало значению параметра оптимизации, по возможности более близкому к оптимальному. Каждое сочетание уровней факторов является многомерной точкой в факторном пространстве. Сочетание основных уровней принимают за исходную точку для построения плана эксперимента. Построение плана эксперимента состоит в выборе экспериментальных точек, симметричных относительно исходной точки (центра плана).

Интервалом варьирования фактора называют индивидуальное для каждого фактора число, прибавление которого к основному уровню дает верхний уровень фактора, а вычитание – нижний. Интервал варьирования не может быть выбран меньше той ошибки, с которой экспериментатор фиксирует уровень фактора, а также не может быть настолько большим, чтобы верхний или нижний уровни выходили за пределы области определения фактора. При этом необходимо учитывать, что увеличение интервалов варьирования затрудняет возможность линейной аппроксимации функции отклика.

Полный факторный эксперимент позволяет количественно оценить линейные эффекты и все эффекты взаимодействия. Линейным называют эффект, характеризующий линейную зависимость параметра оптимизации от соответствующего фактора. Эффектом взаимодействия называют эффект, характеризующий совместное влияние нескольких факторов на параметр оптимизации.

Анализ полученной модели решают в несколько этапов:

1) устанавливается, в какой мере каждый из факторов влияет на параметр оптимизации. Величина коэффициента регрессии – количественная мера этого влияния: чем больше коэффициент, тем сильнее влияет фактор. Знаки коэффициентов указывают на характер влияния факторов. Знак плюс говорит о том, что с увеличением значения фактора растет величина параметра оптимизации, а знак минус указывает на убывание параметра оптимизации при увеличении фактора;

2) совокупность факторов располагают в соответствии с силой их влияния на параметр оптимизации. Факторы, коэффициенты которых незначимы, из интерпретации исключают, так как при данных интервалах варьирования и ошибке воспроизводимости они не оказывают существенного влияния на параметр оптимизации;

3) рассмотрение априорных сведений об объекте исследования, которые могут дать некоторые представления о характере действия факторов. Если обнаружено противоречие, то следует рассмотреть две причины возникновения такой ситуации:

- в эксперименте допущена ошибка, и он должен быть подвергнут ревизии;
- неверны априорные представления.



Теоретические представления имеют обычно общий характер, а априорная информация часто основывается на однофакторных зависимостях. При переходе к многофакторному пространству ситуация может измениться. Поэтому для полной уверенности необходимо еще раз тщательно провести ревизию всех выполненных работ;

4) получение информации о механизме явлений. На этом этапе следует провести проверку существующих гипотез о механизме явлений и при их несостоятельности выдвинуть новые.

*Контрольные вопросы:*

1. Как выбрать область эксперимента?
2. Что понимают под интервалом варьирования фактора?
3. Как выбрать интервал варьирования фактора?
4. Как кодируют уровни факторов?
5. Что понимают под полным факторным экспериментом (ПФЭ)?
6. Как выглядит матрица планирования ПФЭ для двух факторов?
7. Что понимают под числом степеней свободы в статистике?
8. Приведите пример матрицы планирования ПФЭ для трех факторов с эффектами взаимодействия.
9. Как строятся матрицы планирования при увеличении числа факторов.
10. Что такое рандомизация и для чего она необходима?
11. Перечислите этапы статистической обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании число экспериментов.
12. Как определить коэффициенты регрессии?
13. Как оценить значимость коэффициентов регрессии?
14. С помощью какой гипотезы проверяют значимость полученной модели?
15. Как интерпретировать результаты эксперимента?

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Методы научных исследований» студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

При выполнении контрольной работы студенты письменно отвечают на два вопроса. Перечень вопросов для выполнения контрольной работы представлен в Приложении А. Первый вопрос контрольной работы выбирается по последней цифре номера зачетной книжки. Второй вопрос по предпоследней. Например: номер 9031 означает: первый вопрос 1, второй 30. Номер 0100 первый вопрос 0, второй 100.

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными и ясными.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, диаграммами, чертежами, таблицами. В конце приводится список использованных источников.

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

#### *Структура контрольной работы:*

- титульный лист (Приложение А)
- введение
- содержание
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа)
- выводы
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.001-2003, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов формата А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;

- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;
- список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу).

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.

### **Вопросы для контрольной работы**

1. Содержание категории «наука». Наука и философия: основы взаимосвязи. Состояние современной науки.
2. Становление наук как самостоятельных областей знания в XVI–XVIII веках. Классическое естествознание и его методология. Революция в естествознании конца XIX – начала XX веков и становление идей и методов неклассической науки.
3. Законодательная база научно – исследовательской деятельности в Российской Федерации. Организационная структура научно-исследовательской деятельности.
4. Понятие «методология». Уровни методологии науки. Понятие «метод научного познания».
5. Аккумулятивность и революционность как характеристики процесса формирования научного знания. Понятие «проблемная ситуация» в научном познании.
6. Прогнозирование научного исследования и его задачи. Поисковое прогнозирование. Нормативное прогнозирование.
7. Понятие «гипотеза в научном исследовании». Принципы поиска гипотез.
8. Характеристика категории «научная теория». Классификация научных теорий по предмету исследования.
9. Система аттестации научных работников.

0. Возможности и ограничения в применении экспериментальных методов научных исследований.

10. Эксперимент как метод научных исследований.

20. Математическое моделирование как метод научных исследований.

30. Наблюдение как метода научных исследований.

40. Стилистика научной работы: требования, особенности, способы реализации.

50. Оценка погрешностей в измерениях. Графическая обработка результатов. Вывод эмпирических формул.

60. Статистическая обработка измерений. Численные методы решения уравнений. Аппроксимация и критерии оценки ее качества.

70. Итерационный процесс и методы итерации. Метод наименьших квадратов. Алгоритмы, используемые в итерационных процессах.

80. Сравнение основных видов библиографического описания и библиографических списков. Группировка источников в библиографических списках.

90. Проблемы развития научно-исследовательской деятельности в вузах и научно-исследовательских учреждениях России.

100. Эффективность научных исследований и меры по ее обеспечению. Перспективные направления развития науки в РФ. Сравнительный анализ эффективности методов научного исследования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Третьяк, Л. Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: учебное пособие для вузов / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев; под общ. ред. Л. Н. Третьяк. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 237 с.
2. Дрещинский, В. А. Методология научных исследований: учебник для вузов / В. А. Дрещинский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 274 с.
3. Селетков, С. Г. Методология диссертационного исследования: учебник для вузов / С. Г. Селетков. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 281 с.
4. Горелов, Н. А. Методология научных исследований: учебник и практикум для вузов / Н. А. Горелов, Д. В. Круглов, О. Н. Кораблева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 365 с.
5. Байбородова, Л. В. Методология и методы научного исследования: учеб. пособие для вузов / Л. В. Байбородова, А. П. Чернявская. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 221 с.
6. Токарев, В. В. Методы оптимизации: учебное пособие для вузов / В. В. Токарев. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 440 с.
7. Основы математической обработки информации: учебник и практикум для вузов / Н. Л. Стефанова, Н. В. Кочуренко, В. И. Снегурова, О. В. Харитоновна; под общ. ред. Н. Л. Стефановой. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 218 с.
8. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: учеб. пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 164 с.
8. Рожков, Н. Н. Статистические методы контроля и управления качеством продукции: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Рожков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 154 с.
9. Горленко, О. А. Статистические методы в управлении качеством: учебник и практикум для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць; под ред. О. А. Горленко. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 306 с.
10. Моделирование систем и процессов: учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.]; под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 450 с.
11. Малугин, В. А. Математическая статистика: учеб. пособие для вузов / В. А. Малугин. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 218 с.
12. Фесенко, О. П. Академическая риторика: учебник и практикум для вузов / О. П. Фесенко. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 181 с.

13. История и философия науки: учебник для вузов / А. С. Мамзин [и др.]; под общ. ред. А. С. Мамзина, Е. Ю. Сиверцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 360 с.

14. Емельянова, И. Н. Основы научной деятельности студента. Магистерская диссертация: учеб. пособие для вузов / И. Н. Емельянова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 115 с.

15. Анализ научно-технических данных и результатов исследований: учебник для вузов / А. Н. Асаул, Е. И. Рыбнов, Г. Ф. Щербина, М. А. Асаул. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 240 с.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ**  
**БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт агроинженерии и пищевых систем  
Кафедра инжиниринга технологического оборудования

Контрольная работа  
допущена к защите:  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Контрольная работа  
защищена  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Контрольная работа  
по дисциплине  
**МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**  
Шифр студента \_\_\_\_\_  
Вариант № \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент гр. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Локальный электронный методический материал

Олег Вячеславович Агеев

## МЕТОДЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 4,0. Печ. л. 3,0

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1