

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 17:27:58
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8e196f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «Основы экспериментальных исследований»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Практические занятия создают оптимальные дидактические условия для деятельностного освоения студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины «Основы экспериментальных исследований», использование специального лабораторного оборудования и технических средств. Практические занятия занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и профессиональных дисциплин. Практические занятия проводятся с целью выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач, отработки упражнений, выполнении чертежей, производстве расчётов и т.п.

Целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определённые действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных, необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным и профессиональным дисциплинам.

Библиографический список содержит сведения о справочной литературе и дополнительных изданиях, необходимых для углубленного изучения отдельных вопросов.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование системного методологического подхода к проектной деятельности и способности применять технологии планирования, реализации и анализа проектов профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины является:

Знать основные методы научных, электротехнических и общетехнических исследований; этапы планирования исследования; правила составления программы наблюдений и измерений; методику проведения исследования, порядок ведения документации и отчетности; планирование объема выборки, эмпирические и теоретические распределения, статистические методы проверки гипотез, сущность и основы дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов и их применение в научных исследованиях; применение ЭВМ в опытном деле.

Уметь систематизировать методологию научных исследований; ставить цели и задачи, а также правильно подбирать доказательную основу, подтверждающую достоверность выносимых теорий, выводов и рекомендаций; систематизировать основные методы сбора и обработки информации в системах; составлять план и порядок проведения научных исследований и экспериментов; подбирать методики обработки экспериментальных данных; создавать математические и физические модели объектов профессиональной деятельности. Владеть навыками обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме, работы с, оформления результатов работы, построения характеристик и произведения необходимых расчётов.

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения.

3. Наименование практических работ

№ темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
1	Практическое занятие № 1. Основные категории методологии науки. установление законов науки, адекватно отражающих действительность. Цель достижения заявленной в исследовании цели используют научные методы	3	
2	Практическое занятие № 2. Подготовка к проведению научно-технического исследования. исследование в процессе которого решаются задачи фундаментальной отрасли науки. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6, Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	3	
3	Практическое занятие № 3. Реализация плана эксперимента. Ошибки параллельных опытов.	3	

	Цель Дисперсия параметра оптимизации		
4	Практическое занятие № 4. Методические особенности экспресс-анализа случайных процессов Определение объекта исследования отвечает на вопрос: что изучается Цель конечный результат, который должен получиться после окончания исследования	3	
5	Практическое занятие № 5. Распределение вероятностей как характеристика свойств случайного процесса. Оценки вероятностей. Цель Результаты обрабатываются на основе математических и статистических методов	3	
6	Практическое занятие № 6. Определение среднеквадратических отклонений. Определение среднеквадратического отклонения по равноотстоящим отсчетам Цель проверка гипотезы, а также более широкое и глубокое изучение разрабатываемой темы	3	
7	Практическое занятие № 7 Оценивание корреляционных функций. Анализ стационарности случайных процессов. Цель Систематические погрешности можно разделить на пять основных групп	3	
8	Практическое занятие № 8. Проведение эксперимента. Обработка результатов эксперимента Цель количество факторов, одновременно воздействующих на исследуемый объект	3	
9	Практическое занятие № 9 Подготовка и планирование эксперимента по снятию переходных функций. Проведение эксперимента. Цель Обработка результатов эксперимента	3	
	Итого за 3 семестр:	27	
	Итого:	27	

1. ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ МЕТОДОЛОГИИ НАУКИ

Современная наука представляет собой постоянно развивающуюся систему знаний о законах природы, общества и мышления, которая создается в результате специальной деятельности людей и учреждений [1, 2].

Документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Наука является движущей силой научно-технического прогресса, она определяет его контуры и темпы развития. Внедрение науки в производство выражается в росте производительности труда, создании новых машин и материалов, улучшении эксплуатационных показателей, надежности и долго-

вечности продукции, снижении ее себестоимости. Никогда не существовало еще таких темпов развития науки как сейчас. Сведения, полученные за последние 30 лет, составляют примерно 75 % от объема знаний, накопленных человечеством за всю его историю [3].

Методология – это учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности, в данном случае научной деятельности.

Методология науки может быть общей и частной. Общая методология основана на принципах материалистической диалектики. Любое научное исследование должно учитывать требования общей методологии. Частная методология основывается на законах отдельных наук, особенностях познания отдельных явлений. Она обусловлена и связана с принципами и законами конкретных наук, с частными методами исследования.

Целью научного познания является установление законов науки, адекватно отражающих действительность. Для достижения заявленной в исследовании цели используют научные методы.

Метод – это совокупность приемов и операций, выполняемых для достижения желаемого результата.

Существует множество различных классификаций научных методов познания по разным основаниям, одна из самых распространенных представлена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация методов

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

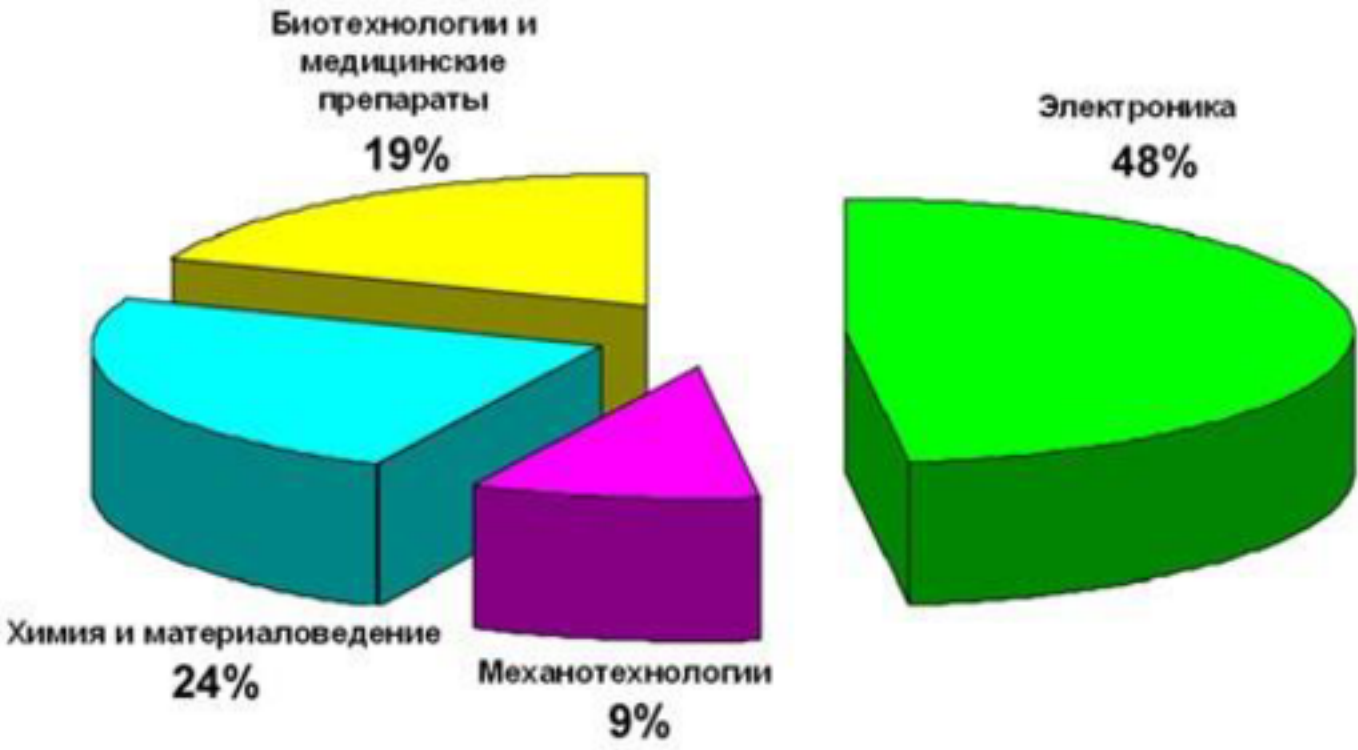
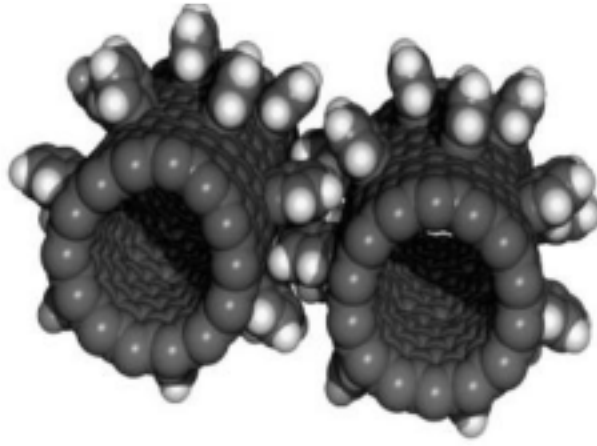
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Часто понятие «метод» не отличают от понятия «методика». Методика представляет собой описание последовательности действий, по сути – алгоритм применения метода в конкретной ситуации, в каком-либо частном случае.

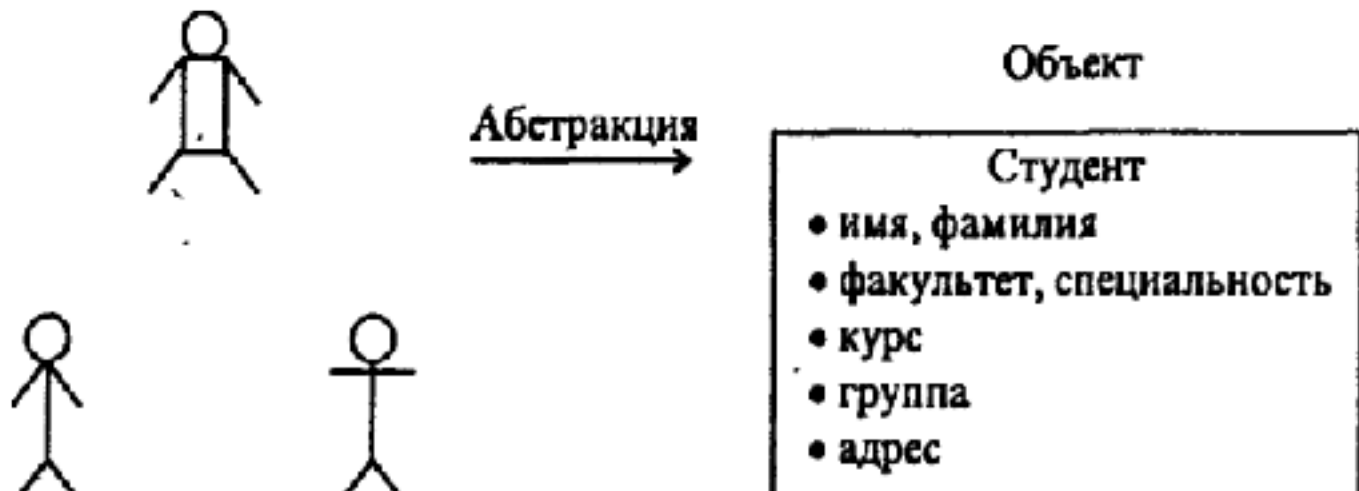
Всеобщие и общенаучные методы познания с примерами их применения в таких областях науки, как инженерия и экономика, представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Всеобщие методы

Метод	Пример
<i>Анализ</i> – мысленное или реальное разложение объекта на составляющие его части	– Химический анализ состава плёнок. – Социологический анализ общественных явлений. – Анализ показателя себестоимости по элементам затрат (сырьё, зарплата, энергоресурсы и т. д.). – Статистический анализ научных публикаций. 
<i>Синтез</i> – объединение познанных в результате анализа элементов в единое целое, в результате чего у целого появляются новые свойства	– При объединении ядер в реакции ядерного синтеза свойства получившегося ядра отличаются от свойств исходных ядер. – Синтез наноалмазов из атомов углерода. – Синтез композиционных материалов из отдельных атомов. 
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Смешанная экономика (синтез государственного и рыночного механизмов управления)

Метод	Пример
Абстрагирование – отвлечение от свойств изучаемого объекта, которые являются несущественными в рамках данного исследования с одновременным выделением существенных свойств	– Абстрагирование лежит в основе процессов обобщения, образования понятий, например, таких абстрактных категорий экономики, как прибыль, цена, товар, деньги, зарплата и т. д. – При расчете характеристик движения автомобиля – скорости, ускорения, импульса – не учитываются такие (несущественные в данном случае) его свойства, как цвет, температура, пробег и т. д. – При исследовании работы какого-либо механизма анализируют расчетную схему, которая отображает основные, существенные свойства механизма. – Создание абстрактного понятия «студент». 
Обобщение – это мысленное выделение общих свойств (инвариантов) в объектах и объединение этих объектов в группы на основе выделенных инвариантов	– Нанотрубки, нанонити, тонкие пленки, молекулярные детали – объекты изучения нанотехнологий. – В экономике при создании теорий используется метод статистических обобщений, когда на основании изучения отдельных фактов делаются выводы об их общих чертах и закономерностях. – Радиоволны, тепловое излучение, видимый свет, ультрафиолетовое и рентгеновское излучение – это электромагнитные волны
Индукция – процесс познания от частного к общему	– Петров вчера не справился с производственным заданием. Петров сегодня не справился с заданием. Следовательно, Петров не способен выполнять производственные задания. – Полезность для отдельного потребителя каждого последующего вида покупаемого им того же блага уменьшается. Поэтому можно сделать вывод о том, что все потребители этого товара будут готовы приобретать данный товар только в случае снижения его цены. – Д. И. Менделеев, используя частные факты о химических элементах, сформулировал периодический закон.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

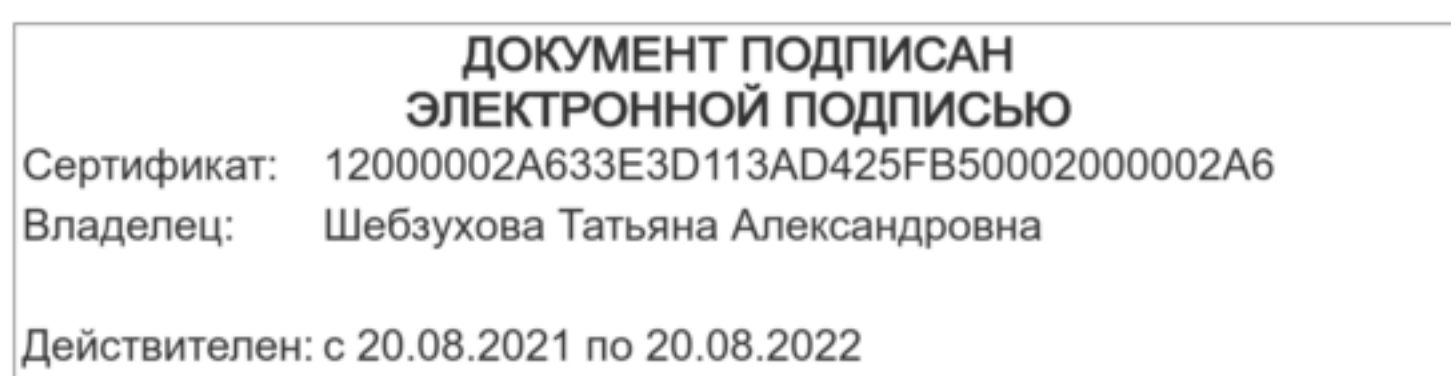
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Метод	Пример
	– В теории управления практически все понятия являются идеализациями: организация – в чистом виде организации нет, а есть Администрация г. Омска, ОАО «ОНПЗ»; менеджмент – абстрактное понятие, а в реальности существуют менеджмент ОАО «ОНПЗ», менеджмент ОАО «Троллейбус»
Формализация – построение абстрактно-математических или знаковых моделей, раскрывающих сущность изучаемых процессов	– Основные положения процессов и явлений представляют в виде формул и специальной символики. – Помощь в формулировании понятия государственного служащего. – Представление себестоимости продукции формулой, в которой с помощью символов изображены статьи затрат: $C = \text{Пр}C + 3p,$ где C – полная себестоимость; ПрC – производственные расходы (оплата труда, амортизация, материальные расходы, социальные выплаты); 3p – затраты на реализацию товара (упаковка, хранение, транспортировка, реклама)
Математическое моделирование – процесс построения и изучения математических моделей с указанием системных связей между элементами объекта	Моделирование экономических процессов: – Математический расчет рационального использования сырья и материалов. – Составление оптимального плана перевозок (транспортная задача). – Метод экономико-математического моделирования, позволяющий определить причины экономических явлений, закономерностей их изменений и последствия. Моделирование технических процессов: – моделью химического процесса может служить уравнение соответствующей химической реакции;
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	– достаточно точной моделью процесса гармонического колебания является дифференциальное уравнения данного колебания

В основе методов лежит единство эмпирической и теоретической сторон. Они взаимосвязаны и обуславливают друг друга. Их разрыв или хотя бы преимущество развития одной за счет другой закрывает путь к правильному познанию природы: теория становится беспредметной, опыт – слепым. Леонардо да Винчи писал: «Влюбленные в практику без науки словно кормчий, ступающий на корабль без руля или компаса, они никогда не уверены, куда плывут. Наука – полководец, а практика – солдат».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение терминам «метод», «научный метод».
2. Приведите примеры конкретно-научных методов в своей специальности.
3. Приведите классификацию всеобщих научных методов.
4. Приведите классификацию общенаучных методов.
5. Чем отличается понятие «метод» от понятия «методика»?



2. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В научно-исследовательской работе выделяют в зависимости от её масштаба *научные направления, проблемы, темы, вопросы* [1, 4].

Научное направление – это исследование, в процессе которого решаются крупные задачи в определенной отрасли науки. Зачастую такие исследования посвящены решению каких-либо крупных, фундаментальных теоретических и экспериментальных задач определенной отрасли науки. При этом эффективность научной работы во многом зависит от того, насколько удачно обосновано научное направление. Обычно еще на начальном этапе обучения молодой ученый выбирает то научное направление, которое его интересует и в котором он планирует работать.

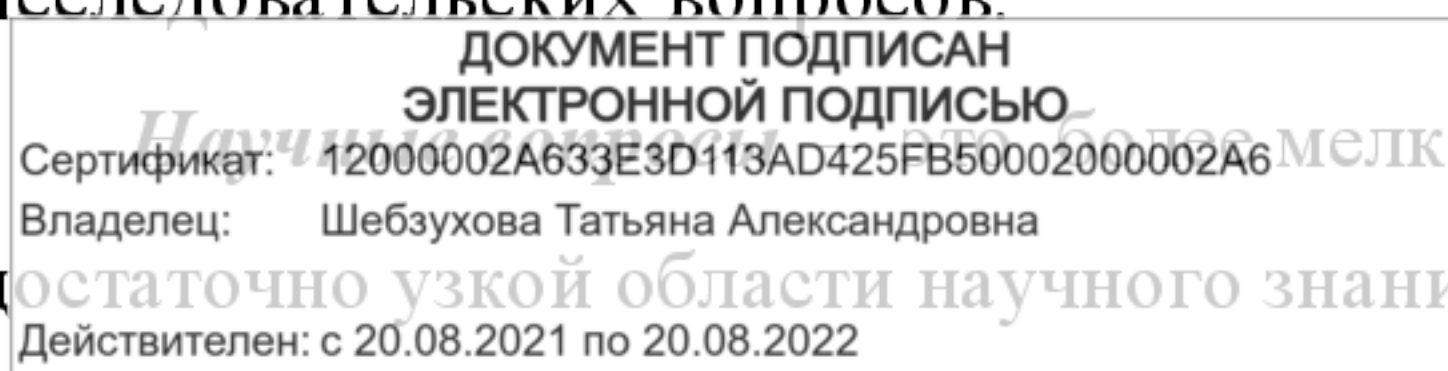
Структурными единицами направления являются комплексные *программы и проблемы, темы и вопросы*. Комплексная проблема включает в себя несколько научных проблем.

Научная проблема – это противоречивая ситуация, выступающая в виде неоднозначных позиций в объяснении каких-либо объектов, процессов и требующая создания теории для её разрешения. Полезность разрешения таких ситуаций и их экономический эффект зачастую можно определить только приблизительно.

Проблема обычно состоит из нескольких *тем*.

Научная тема – это задача научного характера, требующая проведения исследования. Она включает в себя несколько научно-исследовательских вопросов.

Достаточно узкой области научного знания. *Научная тема* – это задача научного характера, требующая проведения исследования. Она включает в себя несколько научно-исследовательских вопросов. *Научная тема* – это задача научного характера, требующая проведения исследования. Она включает в себя несколько научно-исследовательских вопросов.



Результаты решения этих задач имеют и теоретическое, и практическое значение, поскольку на этом этапе научной работы можно сравнительно точно установить ожидаемый экономический эффект.

Вопросы и тема должны быть сформулированы предельно конкретно, например разработать материал, обладающий определенными характеристиками, или создать механизм с определенными параметрами и т. д.

Решение проблем ставит наиболее общую задачу – сделать открытие, решить комплекс научных задач, обеспечивающих ускорение научных разработок или оптимизацию процесса производства.

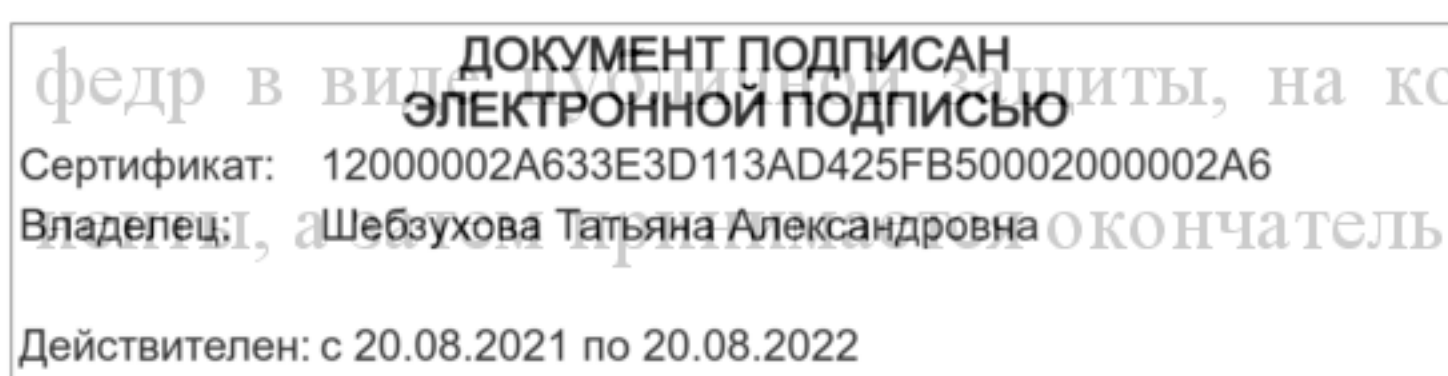
Постановка (выбор) *проблем и тем* является важной, но трудной задачей и проводится в несколько этапов.

Первый этап – формулирование проблем. На основе анализа противоречий (обычно несколько противоречий формулируют на разных уровнях общности: на теоретическом уровне, на практическом уровне и т. д.) выбранного направления формулируют основную проблему и определяют в общих чертах ожидаемый результат, т. е. выдвигают гипотезу исследования.

При выборе тематики исследования должен соблюдаться ряд важных требований, таких как научная новизна, практическая и теоретическая значимость, и других, о которых будет сказано ниже.

На втором этапе более детально прорабатывается *структура проблемы*. Выделяются темы, подтемы, частные вопросы. Совокупность этих компонентов должна составлять древо проблемы. В каждом случае выявляют приблизительную область исследования.

После формулирования проблем их коллективно обсуждают на заседаниях научно-технических советов, научно-методических семинарах ка-



федр в виде, на которые также приглашаются оппоненты, а также принимают окончательное решение.

После обоснования проблемы и установления её структуры научный сотрудник самостоятельно определяется с выбором темы научного исследования, что зачастую более сложно, чем провести само исследование. При этом к теме предъявляется ряд обязательных требований.

Актуальность, т. е. ценность проблемы для науки и практики, является одним из главных требований и устанавливается на третьем этапе. При выборе важно уметь отличать псевдопроблемы от научных проблем. Псевдопроблемы (мнимые проблемы) в основе своей имеют антинаучный характер.

В технических направлениях наибольшее количество псевдопроблем связано с трудностями в развитии науки. Часть таких проблем составляют проблемы, которые дублируют решаемые или уже решенные. Они обуславливают лишние затраты труда ученых и технических средств. Иногда дублирование проблем не совсем бесполезно. Так, в науке известны случаи, когда при повторной разработке проблемы достигали более значительных результатов, но в целом разработка таких псевдопроблем приносит больше вреда, чем пользы.

Четкого критерия для установления степени актуальности пока нет. Обычно актуальность, как и название темы, формулирует для научного коллектива руководитель темы. Далее степень актуальности может быть оценена крупным ученым отрасли или научным коллективом. В прикладных научных разработках более актуальной должна оказаться та тема, которая обеспечит больший экономический эффект.

Также тема должна иметь *научную новизну*. Это значит, что в такой постановке она никогда не разрабатывалась и в данный момент не разрабатывается. Дублирование возможно, если по заданию руководящих орга-

низаций один коллектив разрабатывает два конкурирующих коллектива

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Грань между научными и инженерными исследованиями стирается с каждым годом. Однако при выборе тем новизна должна быть не инженерной, а научной. Если, к примеру, решается новая задача на основе уже открытого закона, то это область инженерных, а не научных разработок.

Тема должна быть экономически эффективной (это требование должно быть обосновано в специальном технико-экономическом расчете) и иметь научную и практическую значимость. Значимость как главный критерий темы имеет место при разработке исследований, определяющих престиж отечественной науки или составляющих фундамент для прикладных исследований.

Тема должна *соответствовать профилю* научного коллектива, его компетентности и квалификации. Такая специализация приводит к повышению теоретического уровня и качества разработок, а также к повышению экономической эффективности и сокращению срока выполнения исследования, быстрому его внедрению в производство.

Если в научном коллективе имеются традиции, определенный стиль работы, то создаются благоприятные условия для привлечения к научной работе студентов и молодых ученых. Последние могут перенимать опыт работы, принимая участие в дискуссиях, слушая мнение, критику и аргументы более опытных ученых.

В ряде случаев при планировании тем возникает потребность в выборе наиболее перспективных, экономически обоснованных тем. Так, научному коллективу заказчик может предложить несколько тем, или наоборот, отраслевому министерству, вузам и НИИ может быть представлен ряд тем для включения в план. В этом случае оценку государственной необходимости разработки тем необходимо определять численными кри-

териями.	ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

2.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НА ПРОВЕДЕНИЕ НИР

Рост темпов общественного производства требует максимально быстрого внедрения последних достижений науки и техники. Это обуславливает необходимость разработки тех тем, которые приносят наибольший экономический эффект в кратчайшие сроки [2, 5].

Высокая экономическая эффективность темы может быть достигнута при условии, что еще до ее разработки выполнено технико-экономическое обоснование (ТЭО), что является неременным условием перед проведением исследований. Научно-исследовательская работа (НИР) предварительно прорабатывается на новизну и перспективность. ТЭО является основным исходным предплановым документом, при его наличии возможно дальнейшее планирование и финансирование тем заказчиком.

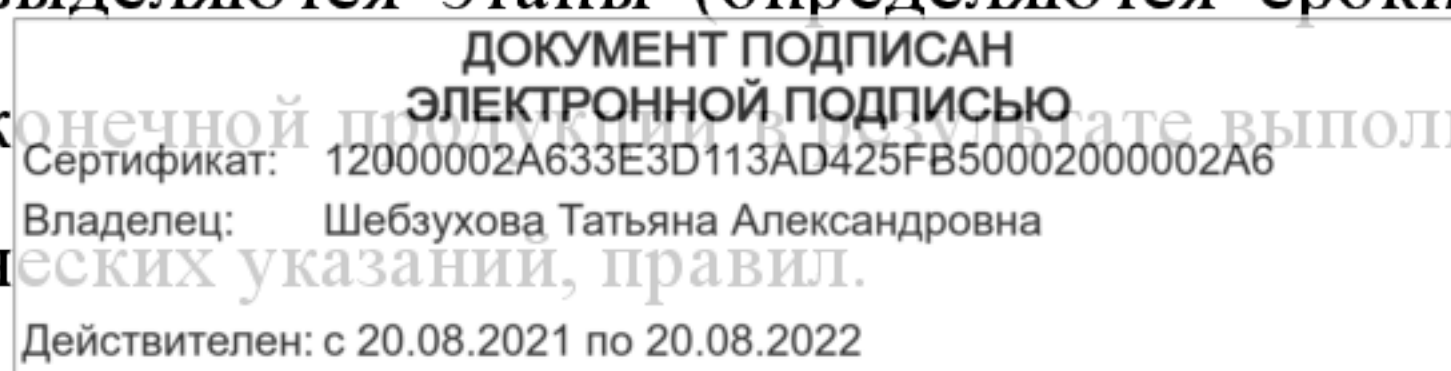
Цель составления ТЭО – установить данные о новейших достижениях науки и техники по рассматриваемой теме в России и за рубежом. В нем обосновывается государственная потребность, предполагаемые объемы внедрения, ожидаемые технико-экономические и социальные результаты.

Состав ТЭО включает в себя исходные положения, результаты предварительно выполненных патентных поисков на новизну и перспективность, описание объёма и места внедрения, прогнозируемые технико-экономические и социальные результаты.

Основу первого раздела ТЭО составляет краткий литературный обзор, в нем отражается достигнутый уровень исследований и полученные результаты, уделяется внимание еще нерешенным вопросам, обосновывается актуальность и значимость работы для отрасли и хозяйства страны, обосновываются задачи исследования и возможные методики.

Затем разрабатывается общая методология проведения исследования, выделяются этапы (определяются сроки работ), планируется получение

конечной продукции, в процессе выполнения темы – инструкций, технических указаний, правил.



Патентную проработку производят за последние 10–15 лет, проверяются и российские, и зарубежные патенты. Это помогает выявить отличие планируемой темы от уже разработанных аналогов, целесообразность закупки лицензий. Особое внимание необходимо уделить возможности патентования предполагаемого результата, что позволяет наиболее правильно сформулировать тему, выявить ее специфику и отличие от ранее выполненных работ.

В результате разработки темы должны быть созданы прогрессивные варианты новой техники или технологии, материалов, изделий. На стадии обоснования НИР необходимо определить предполагаемый экономический эффект за период применения новой техники, предполагаемые социальные результаты при условии обеспечения охраны природы и окружающей среды.

В итоге делается вывод о целесообразности и необходимости выполнения НИР, а разработанное ТЭО утверждается отраслевым министерством.

2.3. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ И ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Всю полученную по конкретному вопросу информацию необходимо анализировать, классифицировать и систематизировать [4]. При этом источники можно систематизировать:

- 1) в хронологической последовательности (выделяются основные научные этапы);
- 2) по тематике анализируемых вопросов.

Анализ должен быть критичным. Критику недостатков (методов, методик, формул, принципов) следует производить корректно, приводя обоснованные аргументы. Совершенно неверно руководствоваться поло-

Документ подписан
Электронной подписью
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Необходимо соблюдать принцип преемственности. Без прошлых исследований и достижений невозможно было бы ставить задачи на будущее.

Вместе с тем нельзя безоговорочно соглашаться с прежними достижениями, даже если они получены авторитетными учеными. Их нужно подвергать творческому критическому анализу с учетом достигнутого уровня в науке и технике, извлекая рациональные положения, на которых будут базироваться свои предположения.

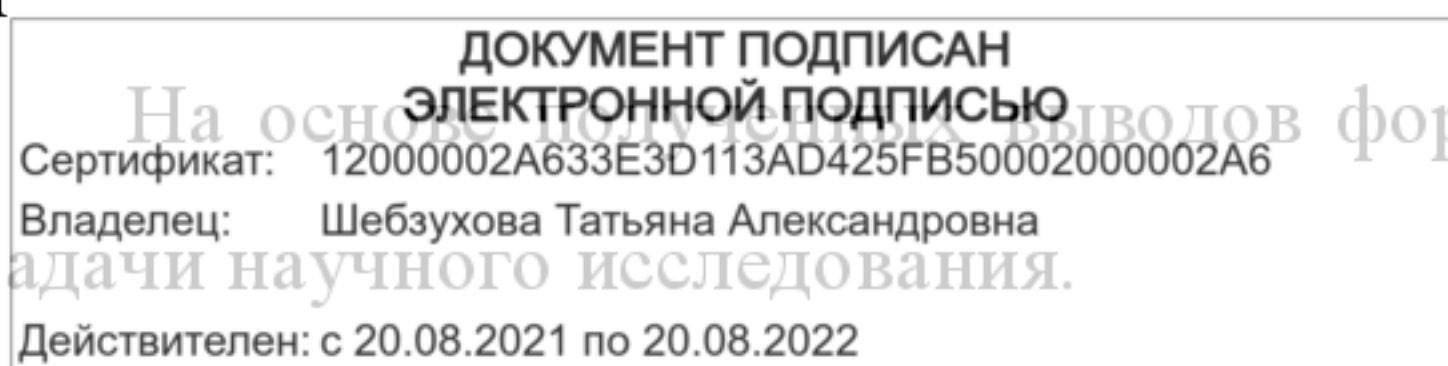
При этом необходимо сопоставить друг с другом различные идеи, методы, теории. В процессе такого сопоставления могут возникнуть собственные соображения и мнения по наиболее актуальным вопросам. Все это постепенно формирует фундамент будущей гипотезы научного исследования.

Совершенно недопустимо, когда в процессе аналитического обзора лишь формально перечисляются авторы и приводятся аннотации их работ. Каждый источник анализируют с точки зрения актуальности и исторического вклада в развитие данной темы. При этом тщательно разбирают роль теории, эксперимента и ценность производственных рекомендаций.

На основании результатов проработки информации делают выводы, освещая в них ключевые моменты, а именно:

- актуальность, новизну и значимость темы;
- последние достижения науки и экспериментальных исследований по данной теме (в России и за рубежом);
- основные исследовательские задачи и производственные рекомендации, подлежащие разработке в данный момент;
- обоснование технической целесообразности и экономической эффективности.

На основе полученных выводов формулируются цели и конкретные задачи научного исследования.



2.4. ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Научная работа кафедр вузов и других исследовательских организаций проводится в соответствии с разработанными и утвержденными планами работы на учебный год, заключенными договорами. Индивидуальные планы составляются для каждого сотрудника организации, начиная от профессоров и заканчивая аспирантами. Также планируется научно-исследовательская работа студентов (НИРС). Это может быть отражено в соответствующем разделе плана работы учебного заведения, туда же включаются разделы о работе научных и технических кружков.

Рабочая программа – это изложение в определенном формате общей идеи исследования в соответствии с его задачами и гипотезами. Обычно она состоит из двух разделов: методологического и процедурного.

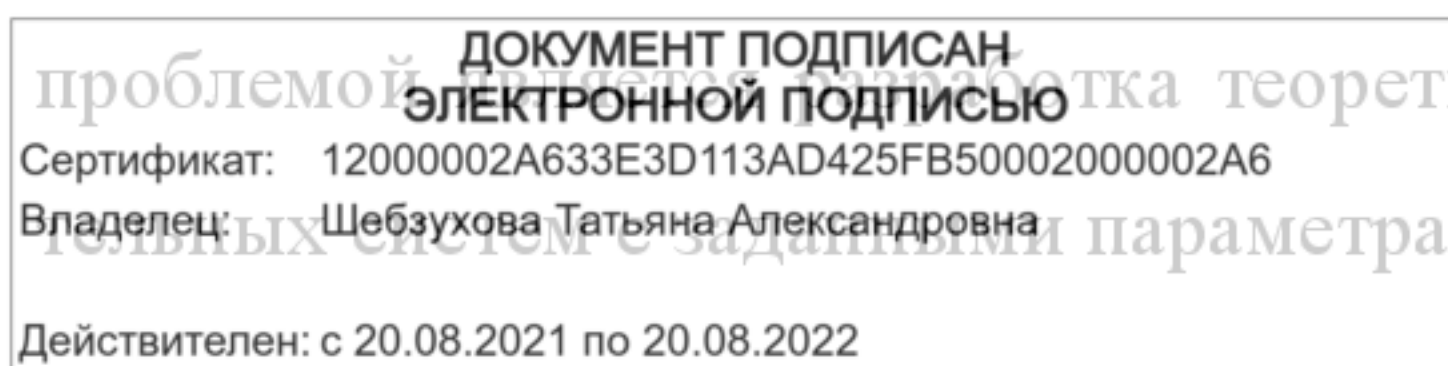
Методологический раздел включает:

- 1) формулировку проблемы;
- 2) определение объекта и предмета исследования;
- 3) формулировку цели и задач исследования;
- 4) интерпретацию основных понятий;
- 5) формулировку рабочих гипотез.

Существует множество классификаций научных проблем. Например, их можно разделить на предметные, процедурные и дидактические или классифицировать по областям науки, в которой они проявляются, по уровню сложности, глобальности.

При этом любая *научная проблема* – это сформулированная в виде концепции о незнании противоречивая ситуация, требующая изучения и создания адекватной теории для её разрешения. Например, научной

проблемой является разработка теоретических основ построения колебательных систем с заданными параметрами колебаний.



Методические особенности экспресс-анализа случайных процессов

**Определение объекта и предмета
научного исследования**

Объект исследования – это явление, процесс, который подлежит изучению. Определение объекта исследования отвечает на вопрос: что изучается?

Предмет исследования – это объект или отдельные свойства, особенности объекта, которые подлежат рассмотрению в данном исследовании.

Определение цели и задач исследования

Цель исследования – это конечный результат, который должен получиться после окончания исследования. Обычно целью научного исследования выступает выявление каких-либо причинно-следственных связей.

Задачи исследования – это те вопросы, на которые должны быть получены ответы при достижении цели исследования.

Интерпретация основных понятий – это определение, истолкование значения основных понятий. Существуют *теоретическая* (логический анализ отношений между понятиями) и *эмпирическая* (выделение количественных критериев признаков) интерпретация понятий.

Формулировка рабочих гипотез – выдвижение предположений о наличии зависимости между отдельными понятиями и их количественными характеристиками.

Гипотез может быть несколько, их делят на *описательные, объяснительные и прогнозные*, по другому основанию – на *основные и неосновные, первичные и вторичные, гипотезы-основания и гипотезы-следствия*.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Основной частью процедурного раздела рабочей программы является план исследования. Планы можно классифицировать в зависимости от объема исходной информации об объекте исследования.

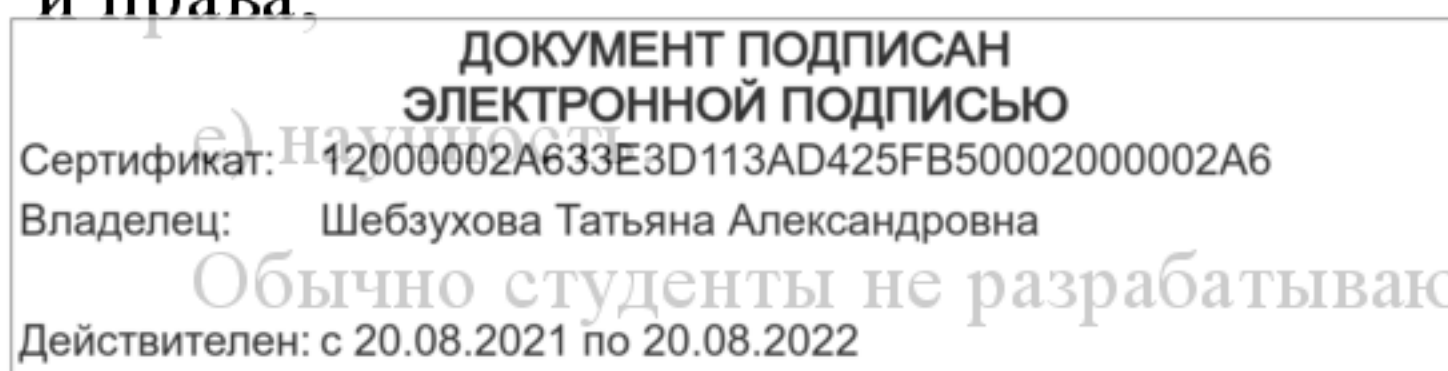
Разведывательный план применяется, если об объекте и предмете исследования нет четких представлений или отсутствует необходимая для обзора литература. При этом трудно выдвинуть рабочую гипотезу, и целью такого плана является уточнение темы (проблемы) и формулировка гипотезы.

Описательный план обычно используют, когда можно выделить объект и предмет исследования, сформулировать гипотезу. В таком случае по плану проверяют гипотезу и описывают факты, касающиеся объекта исследования.

Экспериментальный план применяется тогда, когда сформулированы проблема, задачи и гипотезы. План отражает последовательность установления причинно-следственных связей в исследуемом объекте.

Помимо плана в процедурном разделе программы обосновывается выбор методов исследования, показывается связь данных методов с целями, задачами и гипотезами исследования. При выборе необходимых методов следует обосновать их:

- а) эффективность и оптимальность;
- б) экономичность в плане времени, сил и материальных средств;
- в) простоту и доступность для исследователя соответствующей квалификации;
- г) безопасность для здоровья;
- д) допустимость с этической точки зрения, а также норм морали и права;



Обычно студенты не разрабатывают рабочие программы научных ис-

следований, но планы подготовки своих отчетных работ они должны составлять самостоятельно. Например, обязательными элементами плана магистерской диссертации должны быть введение, основная часть, разбитая на главы и параграфы, и заключение. Простой план содержит перечень основных вопросов. В более сложном варианте плана каждая глава разбивается на параграфы. Иногда составляют комбинированный план, где одни главы разбиваются на параграфы, а другие оставляют без дополнительной рубрикации.

При составлении плана необходимо, чтобы:

- а) вопросы соответствовали выбранной теме и располагались в логической последовательности;
- б) были включены вопросы темы, отражающие основные аспекты исследования для ее всестороннего исследования.

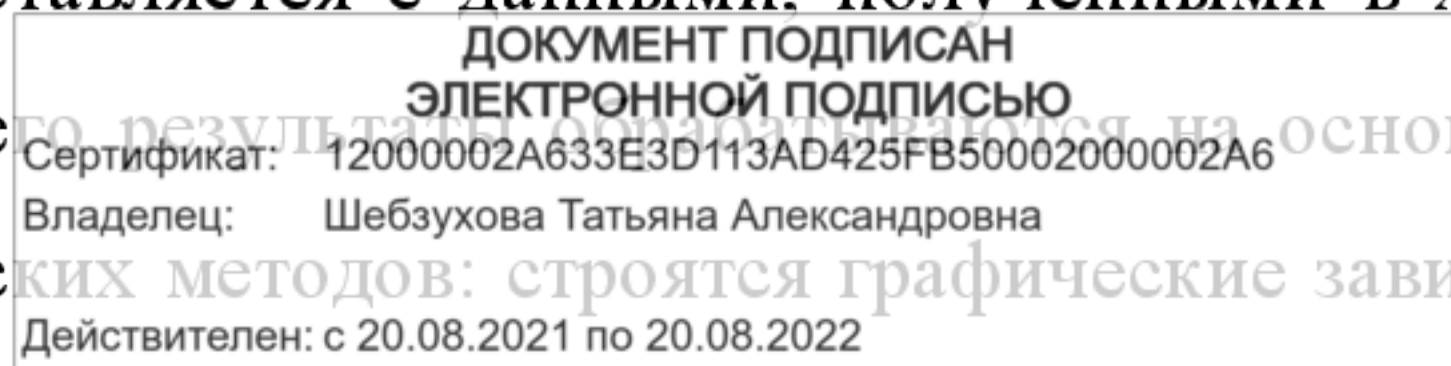
Исходный план не составляется сразу, в процессе исследования он может изменяться. Для упорядочения основных этапов и сроков выполнения научно-исследовательской работы дополнительно к плану исследования составляется рабочий план (план-график) выполнения работ.

Практическое занятие № 5. Распределение вероятностей как характеристика свойств случайного процесса. Оценки вероятностей

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ И ФОРМУЛИРОВАНИЕ ВЫВОДОВ

После проведения эксперимента выдвинутая рабочая гипотеза сопоставляется с данными, полученными в ходе эксперимента [5], для этого

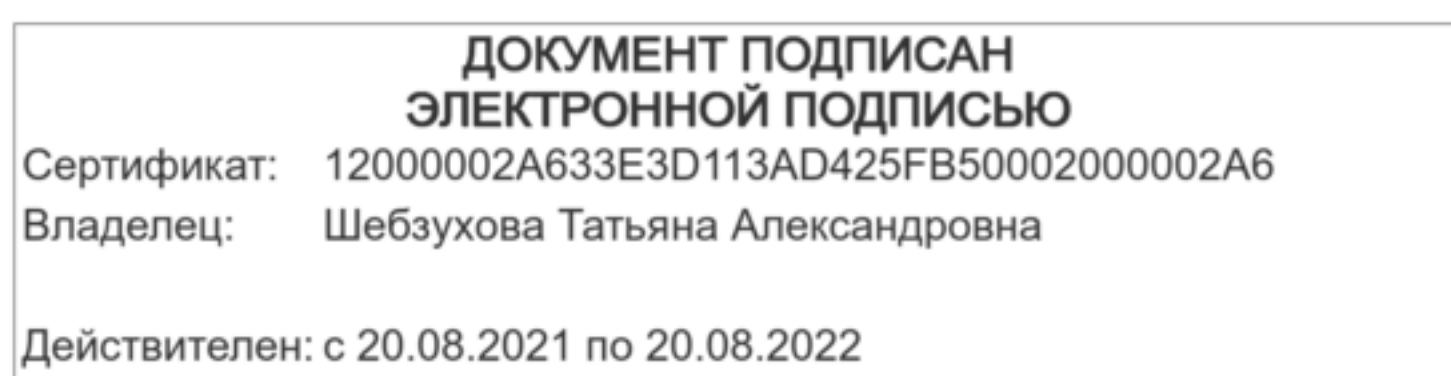
его результаты обобщаются на основе математических и статистических методов: строятся графические зависимости, диаграммы, результаты



записываются в стандартизированном виде с учетом погрешностей и анализируются, находятся отклонения экспериментальных значений от теоретических.

В результате такого теоретико-экспериментального анализа могут возникнуть три случая.

1. При достаточно точном совпадении рабочей гипотезы с результатами опыта группируют полученный материал исследований так, чтобы из него вытекали основные положения разработанной ранее гипотезы, в результате чего последняя превращается в доказанное теоретическое положение.

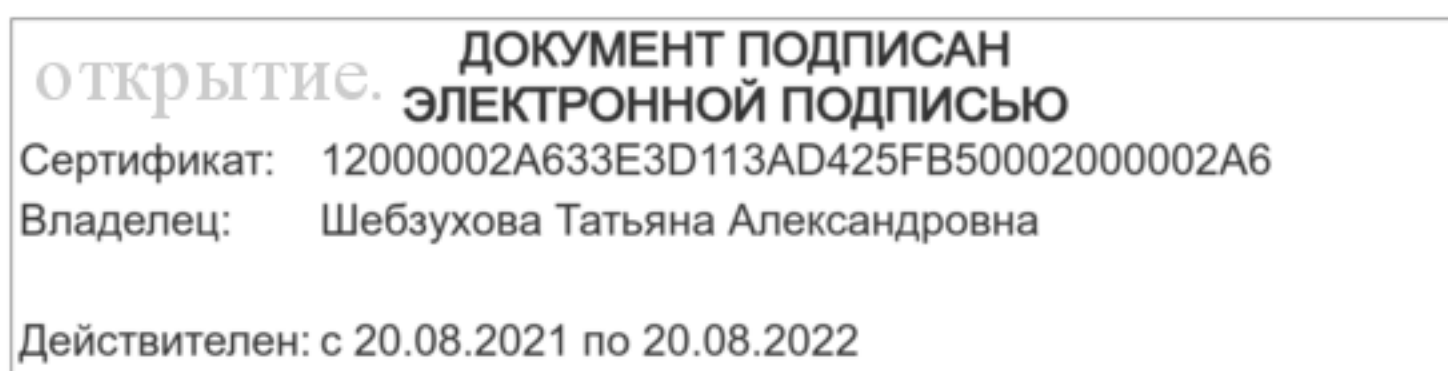


2. Результаты эксперимента частично подтверждают положения гипотезы, в некоторых случаях могут противоречить ей. В таком случае гипотезу изменяют так, чтобы она наиболее полно соответствовала результатам эксперимента. Часто приходится проводить дополнительные эксперименты с целью скорректировать изменения рабочей гипотезы, после чего она также превращается в теорию.

3. Рабочая гипотеза не подтверждается результатами эксперимента. В этом случае её полностью пересматривают. После этого проводят новые исследования с учетом новой гипотезы. Отрицательные результаты научной работы часто помогают выработать правильные представления об объектах или явлениях, определить направление дальнейшей работы.

После анализа полученных результатов формулируют заключение, выводы или предложения. Это достаточно сложная часть работы, требующая высокой квалификации исследователя, поскольку необходимо кратко, четко, научно выделить то новое и важное, что является результатом работы, дать ему исчерпывающую оценку и определить пути дальнейших исследований. Обычно по одной теме не рекомендуется составлять много выводов (не более 5–10). Дополнительные выводы, не отвечающие поставленной цели (если таковые есть), формулируют отдельно, чтобы не отвлекать от основной задачи темы.

Выводы целесообразно разделить на научные и производственные. В научных выводах отражается вклад в науку (разработка новой теории, принципиальное изменение уже существующих или их конкретных положений). В заключении указывают план внедрения законченных научно-исследовательских работ в производство. При выполнении НИР необходимо помнить о защите государственного приоритета на изобретение или



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение термину «научное направление».
2. Что является структурными единицами научного направления?
3. Перечислите этапы постановки (выбора) проблемы и темы.
4. Цель составления технико-экономического обоснования на проведение НИР.
5. Что включает методологический раздел рабочей программы научно-исследовательской работы?

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическое занятие № 6. **Определение среднеквадратических отклонений.**

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

**3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ, ТИПЫ, ЦЕЛИ
И МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Обязательной частью любых научных исследований является эксперимент [7–11].

Эксперимент – научный метод исследования, основанный на изучении объекта в управляемых наблюдателем условиях. Учет этих условий позволяет следить за течением эксперимента, повторять его каждый раз при неизменных условиях. От наблюдения эксперимент отличается активным воздействием исследователя на объект изучения. Возможность постановки эксперимента является главным отличием научной теории от псевдонаучной.

Основная цель эксперимента – проверка гипотезы, а также более широкое и глубокое изучение разрабатываемой темы. При подготовке к проведению эксперимента должны быть соотнесены оптимальные сроки его проведения, материальные затраты и точность полученных результатов.

Эксперименты делятся на *естественные* и *искусственные*.

Естественный эксперимент, т. е. проводимый в естественных условиях, характерен для социальных явлений.

Искусственный эксперимент, проводимый обычно в варьируемых условиях, чаще применяется в естественных, технических науках.

Иногда возникает необходимость провести поисковые эксперименты. Такие исследования необходимы, если затруднительно выявить все фак-

торы, влияющие на исследуемый процесс, вследствие недостаточности предварительных данных исследования

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

делят на лабораторные и произ-

водственные.

Лабораторные эксперименты проводят с применением сертифицированных приборов, специальных моделирующих установок, стендов и другого оборудования. Такие эксперименты позволяют наиболее полно, с требуемой повторяемостью изучить изменение одних характеристик объекта при варьировании других. Однако не всегда такие эксперименты точно моделируют ход процесса, поэтому возникает необходимость в проведении производственного эксперимента.

При постановке производственных экспериментов процесс изучается в реальных условиях с учетом воздействия факторов производственной среды. Необходимость проведения того или иного вида эксперимента или даже серии экспериментов определяется в каждом случае отдельно.

Перед проведением экспериментального исследования необходимо разработать его методологию.

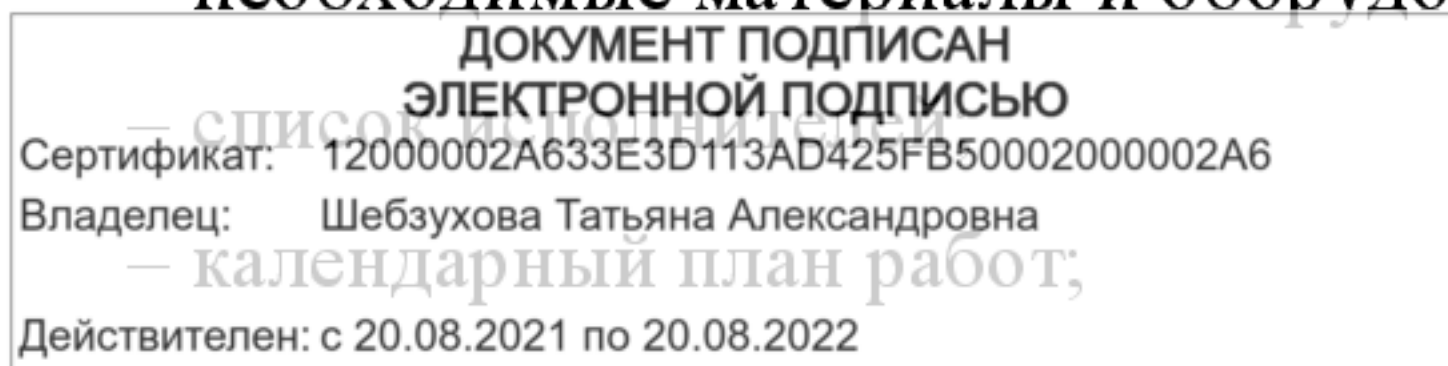
Методология эксперимента – это по сути общая структура эксперимента, она дает представление об общих подходах, принципах, этапах его постановки и последовательности выполнения экспериментальных исследований.

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

При планировании эксперимента разрабатывают *план-программу эксперимента* и определяют *методику* его проведения [7].

План-программа включает в себя:

- название темы исследования;
- гипотезу исследования;
- описание методики эксперимента;
- необходимые материалы и оборудование;



необходимо определить параметры a и b . Объем эксперимента возрастает.

Случай 3. Какая-либо зависимость теоретически не определена, разработаны только предположения о качественных закономерностях процесса. В таком случае необходим поисковый эксперимент, и объем экспериментальных работ значительно увеличивается.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Неотъемлемой частью любых экспериментальных исследований является обоснованный особенностью эксперимента выбор средств измерений, имеющих нормированные погрешности, обеспечивающие экспериментатору получение необходимой информации [8–10].

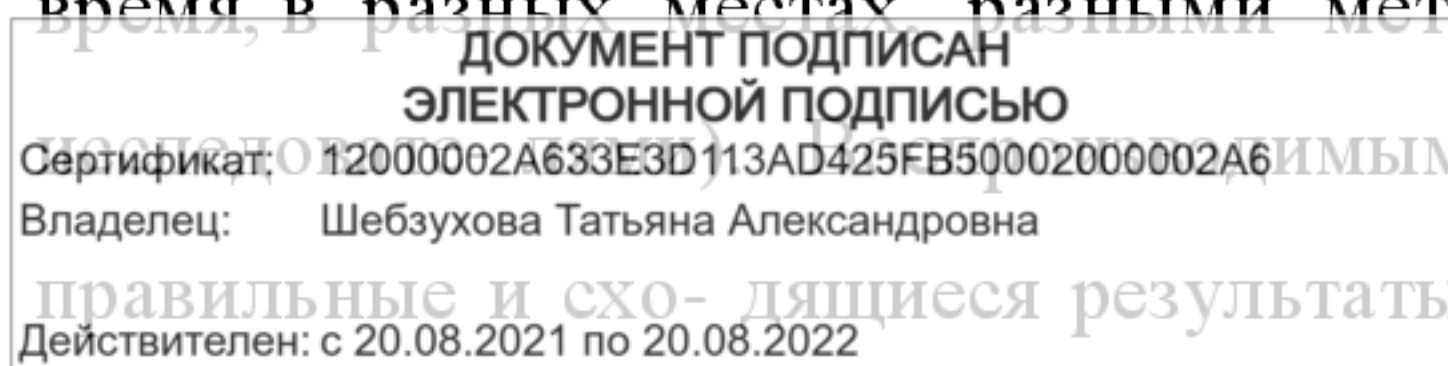
Для успешного выполнения измерений необходимо знать следующие критерии их качества:

- **точность измерений**, отражающая близость полученных результатов к действительному значению величины. Высокая точность соответствует малым значениям погрешностей всех видов;

- **правильность измерений**, означающая близость к нулю систематических погрешностей;

- **сходимость измерений**, характеризующая близость друг к другу результатов измерений, выполненных в одинаковых условиях. Она показывает влияние на результат случайных погрешностей. Если результаты измерений правильны (систематические погрешности пренебрежимо малы), то точность результатов измерений будет определяться преимущественно случайными погрешностями;

- **воспроизводимость измерений**, отражающая близость к нулю разброса результатов, выполненных в различных условиях (в разное время, в разных местах, разными методами и средствами и разными



способами) могут быть только точные, правильные и сходящиеся результаты измерений. Если воспроизвести

результаты измерений какого-либо исследователя не удастся, то теряется и доверие к ним. Фактически по множеству причин измерения могут быть невоспроизводимыми. В этом случае каждый исследователь должен так поставить и описать свои эксперименты, чтобы они как можно полнее отвечали требованиям воспроизводимости. В качестве количественного признака воспроизводимости выступают гарантированные экспериментатором доверительные границы результата, но имеются и другие признаки.

При проведении научных исследований должны использоваться только *поверенные средства измерений*.

Поверка средств измерений – это установление органом государственной метрологической службы (или другим официально установленным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению по установленной форме.

При поверке средств измерений определяют и по возможности уменьшают погрешности приборов. Определение погрешностей позволяет установить соответствие прибора декларируемой степени точности. При этом делается заключение о его применимости для данных измерений.

При поверке средств измерений, если не требуется вносить поправок в погрешности, определяют, не выходят ли они за пределы допускаемых значений.

Средства измерений различных организаций подвергают обязательной государственной поверке практически каждый год. При хорошем обращении с приборами этого срока вполне достаточно для гарантированной эксплуатации. Однако в ряде случаев вследствие небрежного обращения с приборами их эксплуатационно-измерительные характеристики нарушаются. Измерительные средства, хранившиеся на складе, перед применением необходимо подвергнуть рабочей поверке.

Рабочая поверка средств измерений проводится в низовых звеньях, т.

е в самих исследовательских организациях. Такие поверки проводятся

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- 2) оценить погрешности при измерениях;
- 3) с требуемой точностью определить значения величин и их минимальное количество;
- 4) определить оптимальные условия измерений, при которых погрешности будут минимальными;
- 5) провести анализ результатов измерений, сделать предварительные выводы.

Измерение – сравнение измеряемой величины с эталоном, нахождение её соотношения с единицей измерения и определение значения этой величины в заданных единицах.

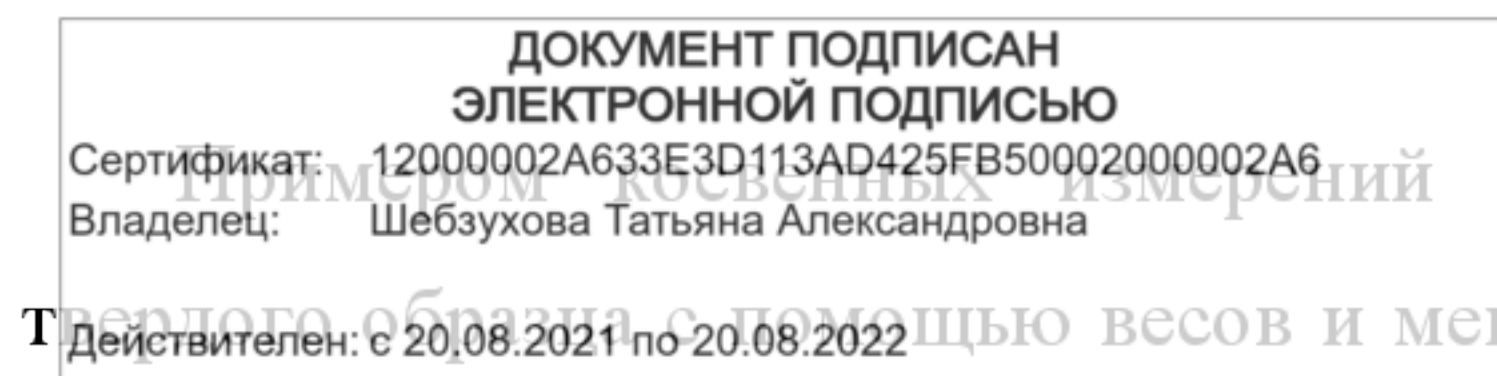
Теорией и практикой измерений занимается специальная наука – метрология, согласно которой все виды измерений классифицируются по различным критериям [8–10].

По *способу нахождения значения величины* измерения делятся:

- на **прямые измерения** – измерения, при которых значения измеряемых величин определяются непосредственно с помощью измерительных приборов. Например, сила электрического тока измеряется амперметром; напряжение – вольтметром; температура – термометром и др.
- **косвенные измерения** – измерения, при которых значение искомой величины x определяется по формуле, в которую входят величины $y_1, y_2, \dots, y_n$, подвергаемые прямым измерениям.

При косвенных измерениях определяют не саму величину x , а те величины, которые функционально с ней связаны. Затем значение величины x находят по формуле

$$x = f(y_1, y_2, \dots, y_n).$$



служит определение плотности твердого образца с помощью весов и мензурки с водой. Здесь путем пря-

мых измерений находят значение массы образца m и его объем V , а искомую плотность ρ определяют по формуле

$$\rho = m/V.$$

Прямые и косвенные измерения наиболее широко распространены. Помимо них в практике используются:

– **совокупные измерения** – проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, через которые, путем решения системы уравнений, находят искомые значения величин. Совокупные измерения являются разновидностью косвенных измерений;

– **совместные измерения** – производимые одновременно измерения нескольких неоднородных величин с целью нахождения зависимости между ними. При этом искомые величины находятся путем прямых или косвенных измерений.

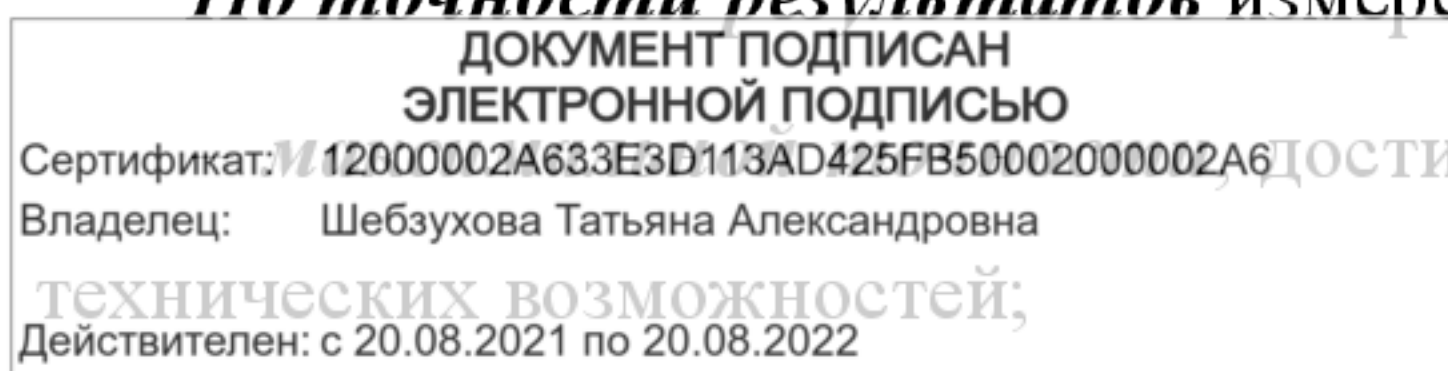
В зависимости от динамики измеряемой величины с течением времени измерения разделяются:

– на **статические**, когда измеряемая величина остается постоянной во времени;

– **динамические** – измеряемая величина изменяется с течением времени.

При динамических измерениях необходимо учитывать такое изменение величины с течением времени. Для оценки точности результатов динамических измерений необходимо знать динамические свойства средств измерений.

По точности результатов измерения бывают:



В связи с этим вводится понятие предельной относительной погрешности, которую называют просто *относительной погрешностью*.

Относительная погрешность измерения – это отношение абсолютной погрешности к результату измерений (или действительному значению) измеряемой величины. Определяется либо в относительных единицах как

$$\delta \approx \frac{\Delta x}{x_{\text{д}}},$$

либо в процентах

$$\delta = \frac{\Delta x}{x_{\text{д}}} \cdot 100\%.$$

измерениях одной и той же величины изменяются по значению и знаку случайным образом. Они обусловлены совокупностью причин, трудно поддающихся анализу, а также состоянием экспериментатора. Присутствие случайных погрешностей обнаруживается при повторных измерениях в виде некоторого разброса получаемых результатов. Оценку случайных погрешностей производят на основе специальных статистических методов обработки результатов измерений, разработанных на основе законов теории вероятностей и математической статистики.

Грубые погрешности, или **промахи**, – это разновидность случайных погрешностей. Они значительно выше систематических или случайных погрешностей. Обычно промахи вызваны грубыми ошибками экспериментатора, в расчет они не принимаются, при вычислении $\bar{x}$ их не учитывают.

Систематические и случайные погрешности обычно проявляются совместно. Следовательно, можно записать

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2,$$

где Δ_1 , Δ_2 – систематические и случайные погрешности измерений.

Основная задача измерений – получить результаты с минимальными погрешностями.

Практическое занятие № 7 Оценивание корреляционных функций.

Систематические погрешности можно разделить на пять основных групп [9–14]:

I группа – систематические погрешности, связанные с нарушениями условий измерений, неточностями шкал, износом приборов и отдельных деталей, влиянием электромагнитного поля.



распределения математически выражается следующей формулой [9]:

$$y(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где $y(x)$ – плотность распределения погрешности; $e \approx 2,72$ – основание натурального логарифма; $x = x_i - \bar{x}$ – погрешность результата единичного определения; $\bar{x}$ – среднее арифметическое из серии измерений; x_i – результат единичного определения; σ^2 – генеральная дисперсия.

Графически нормальное распределение представляется в виде кривой Гаусса. На рис. 2 представлены кривые Гаусса с различными значениями дисперсии σ^2 .

При сравнении кривых видно, что с уменьшением величины дисперсии улучшается распределение и уменьшается предел, который практически может достигнуть погрешности. Например, погрешности, достигающие значений от ± 10 до ± 15 %, наблюдаются только при дисперсии $\sigma^2 = 1$ и $\sigma^2 = 2$; ошибки, составляющие от ± 5 до ± 10 %, – при дисперсии $\sigma^2 = 1$, а ошибки от 0 до ± 5 % встречаются только при дисперсии $\sigma^2 = 1$.

и $\sigma^2 = 2$; ошибки, составляющие от ± 5 до ± 10 %, – при дисперсии $\sigma^2 = 1$, а ошибки от 0 до ± 5 % встречаются только при дисперсии $\sigma^2 = 1$.

и $\sigma^2 = 2$; ошибки, составляющие от ± 5 до ± 10 %, – при дисперсии $\sigma^2 = 1$, а ошибки от 0 до ± 5 % встречаются только при дисперсии $\sigma^2 = 1$.

при дисперсии $\sigma^2 = 1$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Генеральная дисперсия является понятием теоретическим. На практике обычно вместо теоретического понятия генеральной дисперсии пользуются понятием выборочной дисперсией, обозначаемой S^2 . При этом значение выборочной дисперсии S^2 или средней квадратичной погрешности отдельного определения, равной $\sqrt{S^2}$, должно быть как можно меньше.

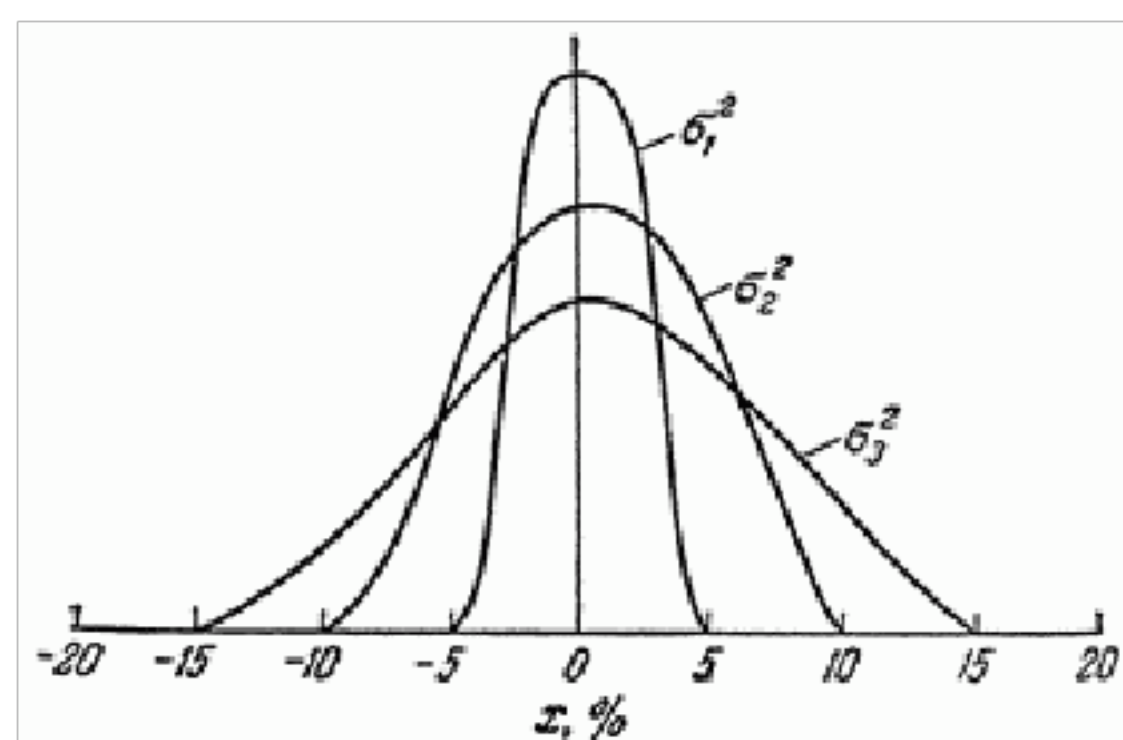


Рис. 2. Кривая Гаусса (σ^2)

3

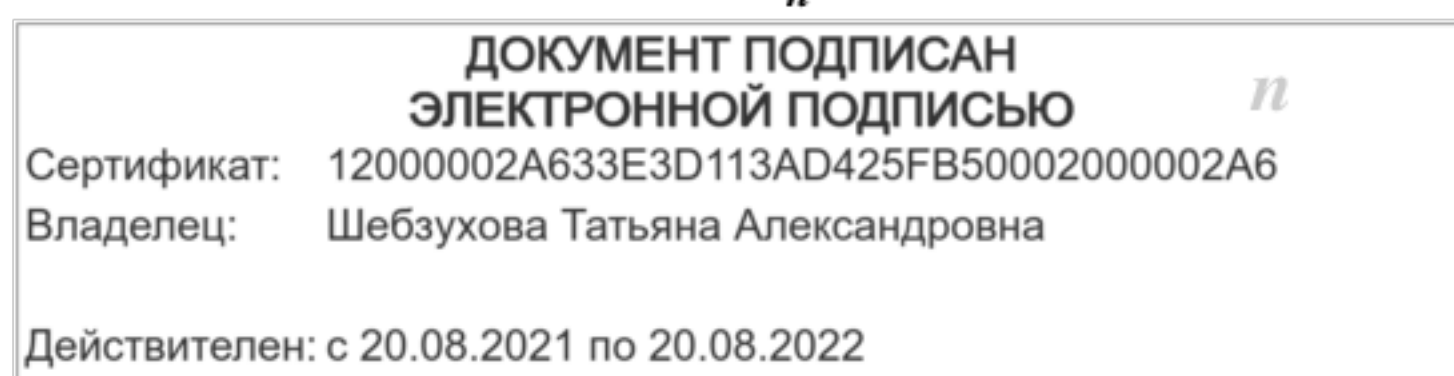
Величина выборочной дисперсии находится по формуле

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (2)$$

где x_i – результат единичного определения; n – число измерений; $(n - 1) = k$ – число степеней свободы; $\bar{x}$ – среднее арифметическое из n измерений.

Среднее арифметическое вычисляют по формуле

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$



Если разность

$(x_i - \bar{x}) \geq 2S$, то такие результаты не учитываются.

Еще один показатель, позволяющий оценить точность проведенных измерений, – доверительный интервал, т. е. интервал, в котором находится истинное значение определяемой величины с заданной доверительной вероятностью. Границы доверительного интервала определяются неравенством

$$\bar{x} - t_{\alpha, n} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq a \leq \bar{x} + t_{\alpha, n} \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad (4)$$

Дробь $\frac{S}{\sqrt{n}}$ обозначается как S_x и называется квадратичной погрешностью, а $t_{\alpha, n} \frac{S}{\sqrt{n}}$ – абсолютной погрешностью среднего арифметического. S_x

Доверительный интервал в таком случае определяется неравенством

$$\left| \bar{x} - a \right| \leq t_{\alpha, n} \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (5a)$$

или

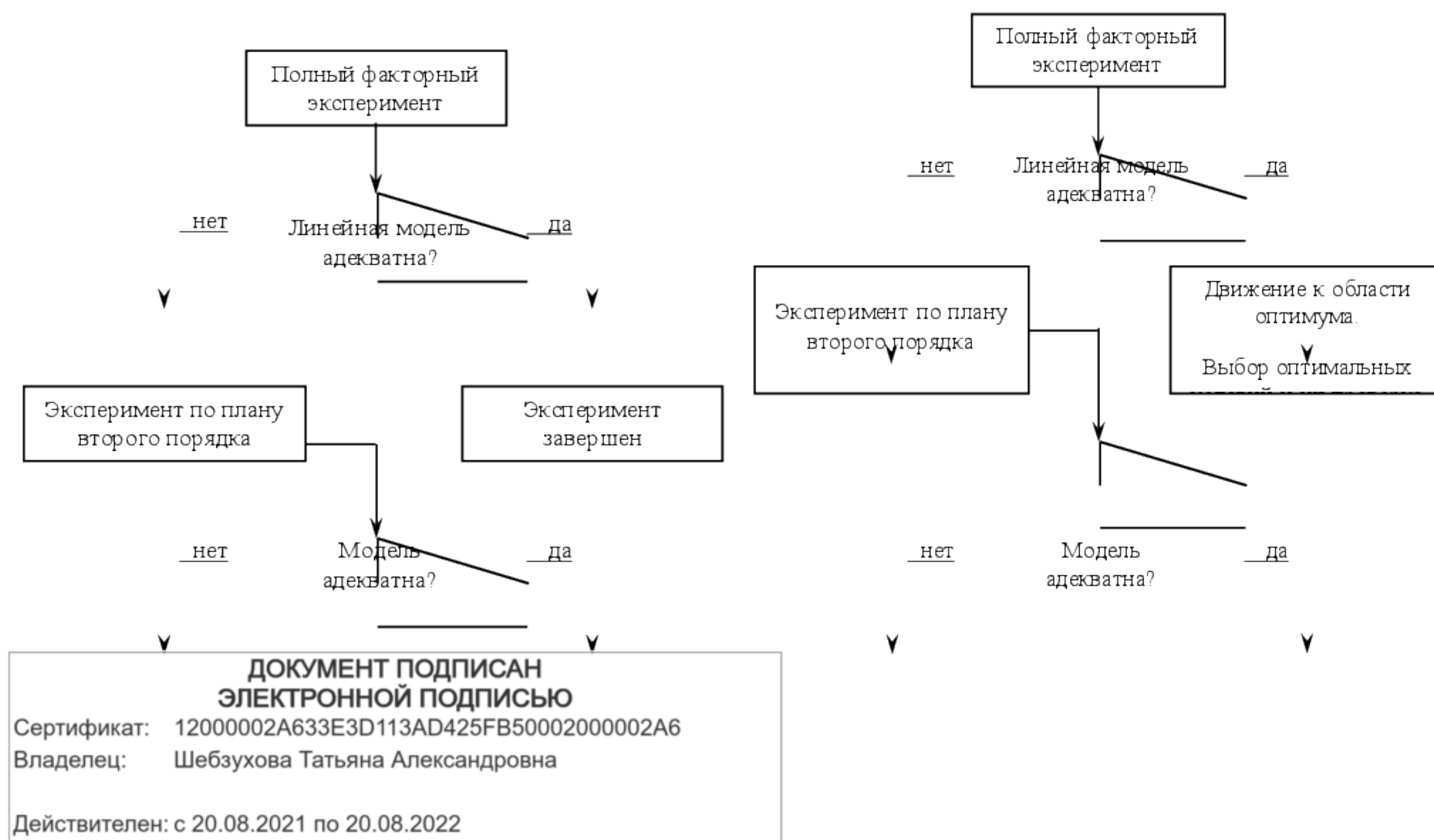
$$(\bar{x} - a) \leq t_{\alpha, n} \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (5б)$$

В некоторых случаях целесообразно представить объект исследования в виде «черного ящика». Обычно такой подход используют, если неизвестны механизмы объекта, но определены условия протекания процессов и требования к результатам.

К концепциям теории математического эксперимента, обеспечивающим успешное решение ряда исследовательских задач, относятся концепции *рандомизации*, *последовательного эксперимента*, *математического моделирования*, *оптимального использования факторного пространства* и некоторые другие.

Рандомизация заключается в том, что в эксперимент вводят элемент случайности: составляют его план таким образом, чтобы факторы, которые трудно поддаются контролю, учитывались статистически и исключались как систематические погрешности.

Концепция **последовательного эксперимента** предусматривает его выполнение не одновременно, а в несколько этапов. При этом на каждом этапе анализируют полученные результаты и принимают решение о целесообразности проведения дальнейших исследований (рис. 3).



4. Перечислите показатели качества измерений.
5. Основные принципы и методы устранения систематических и случайных погрешностей.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022
