

## **Методические материалы**

для обучающихся по освоению дисциплины

Научно-исследовательская работа

Направление подготовки 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на морских путях»

**Мурманск**

**2023**

Составитель - Пашенцев С.В. канд. физ.-мат. наук,  
профессор кафедры Судовождения  
ФГАОУ ВО «МАУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Научно-исследовательская работа» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Судовождения «11» 09 2023г., протокол № 01/23.

## Общие организационно-методические указания

Методические указания составлены на основе ФГОС ВО по специальности 26.05.05 Судовождение, утвержденного Министерством науки и образования РФ 15.03.2018 приказ № 191, требований Международной Конвенции ПДНВ (с поправками) для конвенционных специальностей МА МАУ, образовательной программы по специальности 26.05.05 Судовождение, специализации «Судовождение на морских путях».

Дисциплина «Научно-исследовательская работа» (НИР) относится к блоку обязательных дисциплин, и предназначена для курсантов 6 курса семестра V обучения специальности «Судовождение».

Самостоятельная работа является одним из важнейших видов учебных занятий. Она проводится вне сетки аудиторных часов, выполняется курсантом по указаниям преподавателя, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы является:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний, полученных в лекционном курсе;
- формирование умения использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу по дисциплине;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и самоорганизованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие базовых исследовательских навыков.

В процессе обучения кроме лекций и лабораторных занятий, курсанты проводят самостоятельное изучение ряда тем, выполняют один курсовой проект, сдают экзамен.

Решение задачи подготовки квалифицированного специалиста соответствующего уровня и профиля невозможно без повышения роли самостоятельной работы обучающихся над учебным материалом.

Содержание самостоятельной работы по курсу определено учебным планом и рабочей программой данной дисциплины, разработанных в соответствии ФГОС ВО по специальности 26.05.05 «Судовождение».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и требованиями Конвенции ПДНВ по специальности 26.05.05 Судовождение, специализации «Судовождение на морских путях».

**Таблица 1 -Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (промежуточная аттестация - зачет)**

| № | Контрольные точки | Зачетное количество баллов |     | График прохождения (недели сдачи) |
|---|-------------------|----------------------------|-----|-----------------------------------|
|   |                   | min                        | min |                                   |

| Текущий контроль         |                                       |           |            |  |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------|------------|--|
| 1.                       | Выполнение практических работ         | 10        | 20         |  |
| 2.                       | Тестовый контроль                     | 5         | 10         |  |
| 3.                       | Посещение занятий                     | 5         | 10         |  |
| 4.                       | Своевременная сдача контрольных точек | 5         | 10         |  |
|                          | <b>ИТОГО</b>                          | <b>25</b> | <b>50</b>  |  |
| Промежуточная аттестация |                                       |           |            |  |
|                          | <b>Зачет</b>                          | 25        | 50         |  |
|                          | <b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>   | <b>50</b> | <b>100</b> |  |

Таблица 2 Тематический план

| №№<br>п/п | Наименование тем и содержание самостоятельной работы   |
|-----------|--|
| 1.        | Введение. Предмет, цели и значение дисциплины. Понятия, определения. Единство теории и практики.<br>Основы методологии научно-исследовательских работ.<br>Классификация научно-исследовательских работ и организаций. Основные закономерности, проблемы и противоречия в развития науки. Основные положения методологии. Выбор темы исследований |
| 2.        | Научно-техническая информация.<br>Система научно-технической информации. Информация о зарубежной литературе. Каталоги и картотеки библиотек - источники информации.<br>Использование интернета как источника информации.   |
| 3.        | Тема 3. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений.<br>Общие положения. Планирование исследования по методу полного факторного эксперимента. Методика планирования по полному факторному эксперименту или план $2^k$ .   |
| 4.        | Методика статистической оценки результатов экспериментов.<br>Элементы теории вероятностей. Проверка гипотезы о нормальном распределении. Способы определения принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности.   |
| 5.        | . Общие вопросы методики научных исследований. Эффективность научных исследований. Элементы инженерного прогнозирования  |

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература:

1. Кожухар В.М. Основы научных исследований. М., изд. «Дашков и К» 2010
2. Голицынский Д.М., Свитин В.В., Соколов М.Ю., Иванес Т.В. Основы научных исследований: Учеб.пособ. СПб.: Изд-во С-Петербургский гос. ун-та путей

сообщения. 1995

3. Налимов В.В. Теория эксперимента. М., Наука.1971

4. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М., Наука, 1968

5. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. М., Энергоиздат, 1982

***Дополнительная литература:***

6. И.Н. Кузнецов. Научные работы: Методика подготовки и оформления. Минск, 2000

7. Михеев О.В., Малышев Ю.Н., Фрумкин Р.А., Зайденварг В.Е. Основы научных исследований: Учеб.пособие. Мурманск, МГТУ.1994

8. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Метод. подготовки и оформления.2004

## **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тема 1.** Основы методологии научно-исследовательских работ.

Введение. Предмет, цели и значение дисциплины. Понятия, определения. Единство теории и практики.

Основы методологии научно-исследовательских работ.

Классификация научно-исследовательских работ и организаций. Основные закономерности, проблемы и противоречия в развития науки. Основные положения методологии. Выбор темы исследований.

При самостоятельном изучении данной темы ключевым является проблема выбора темы для исследования. Следует проанализировать по своему предыдущему опыту, как возникала тема, которой вы занимались. Была ли она выбрана по предложению (указанию) руководителя, выбрана вами самостоятельно или ее источником явилась какая-то внешняя информация. Как была получена эта информация, из каких источников?

Рекомендуемая литература: [1], [2].

Вопросы для самопроверки:

1. Как была выбрана вами первая научная тема?

2. Как была выбрана вами последняя научная тема?

3. Насколько выросла степень самостоятельности при выборе и формулировке

тем(проблем)?

4. Какую роль играл коллектив при выборе тем?

## **Тема 2. Элементы теории информации.**

Научно-техническая информация.

Система научно-технической информации. Информация о зарубежной литературе. Каталоги и картотеки библиотек - источники информации.

Использование интернета как источника информации.

При самостоятельном изучении данной темы необходимо обратить внимание на понятие информации и мер измерения этой информации. Кроме того, следует усвоить, что информационный процесс - основа управления объектом или системой, что важно для менеджирования (управления) отрасли.

Рекомендуемая литература: [1], [2].

Вопросы для самопроверки

5. Что такое информация?

6. Как она выражается через вероятности состояний?

7. Что такое энтропия?

8. Как определяется энтропия?

9. Какова надежность получения достоверной информации в интернете?

10. Какие поисковые системы существуют в настоящее время?

11. Какой из них вы предпочитаете пользоваться?

## **Тема 3. Планирование эксперимента**

Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений.

Общие положения. Планирование исследования по методу полного факторного эксперимента. Методика планирования по полному факторному эксперименту или план  $2^k$ .

Важнейшей частью исследований является эксперимент. Когда высказана некоторая гипотеза и развита на ее основе теория, результаты следует проверить практически. Постановка эксперимента - сложное и кропотливое дело, требующее особой подготовки. Если эксперимент проводится в судовых условиях, то следует написать программу эксперимента и, возможно, утвердить в

надзорных органа. Само выполнение следует тщательно протоколировать, исключая всякую неоднозначную трактовку результатов.

Планирование эксперимента с математических позиций состоит в такой его постановке, чтобы из результатов эксперимента можно извлечь максимум информации при минимальных затратах. Это оптимальный эксперимент.

Рекомендуемая литература: [3]

Вопросы для самопроверки

1. Для чего выполняется эксперимент?
2. На каком этапе исследования мы прибегаем к эксперименту?
3. Что такое программа эксперимента?
4. Что есть протокол эксперимента?

#### **Тема 4. Обработка результатов эксперимента**

Методика статистической оценки результатов экспериментов.

Элементы теории вероятностей. Проверка гипотезы о нормальном распределении. Способы определения принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности

После выполнения эксперимента следует произвести обработку его результатов. Эта важнейшая часть научной работы. Ведь конечная цель эксперимента – продемонстрировать адекватность реалий и высказанной вами гипотезы (теории). Если в эксперименте фиксируются параметры, имеющие вероятностную природу, то делается попытка подобрать для них подходящие распределения. Затем проверяется гипотеза, что данные представляют именно такое распределение.

Если параметры носят детерминистский характер, то, как правило, мы пытаемся аппроксимировать зависимости параметров формульными выражениями. Для этого эффективно использовать вычислительные среды, например, MathCad.

Рекомендуемая литература: [1], [4].

Вопросы для самопроверки

1. Как обрабатываются результаты эксперимента?
2. Какие связи ищут между параметрами, снятыми при эксперименте?
3. Что такое вероятностное распределение параметра?
4. Какая вычислительная среда удобна для аппроксимаций?

## **Тема. 5 Общие вопросы методики научных исследований**

Общие вопросы методики научных исследований. Эффективность научных исследований. Элементы инженерного прогнозирования.

Самым важным в исследованиях является конечный результат, ради которого предпринималось и само исследование. Он не всегда оказывается таким, каким мы его предполагали. Его эффективность оказалась меньше планируемой, широта применений уже, а затраты на исследование больше. Именно это говорит о том, что очень важно в начале наших исследований более тщательно обсуждать достигаемые характеристики разработок и прогнозировать их хотя бы приблизительно. Это отдельная и очень сложная задача и ее решением занимаются целые исследовательские коллективы. Она не по «зубам» отдельному разработчику, но и он должен предпринимать усилия к решению этой проблемы.

Если разработка оказалась успешной, то следует подумать о возможности ее применения в иных, кроме заявленной в начале, областях знаний. Для этого следует разрабатывать предложения по использованию полученного нового знания, на которое мы начально не рассчитывали.

Рекомендуемая литература: [1], [5].

Вопросы для самопроверки

1. Как оценить эффективность разработки?
2. Какие составляющие входят в оценку эффективности?
3. Что такое многокритериальные оценки?
4. Как ввести веса отдельных критериев?
5. Как составить взвешенный критерий оценки (эффективности, качества)?

| №№<br>п/п | Наименование тем и содержание практической работы  |
|-----------|--|
| 1.        | Введение. Предмет, цели и значение дисциплины. Понятия, определения. Единство теории и практики.<br>Основы методологии научно-исследовательских работ.<br>Классификация научно-исследовательских работ и организаций. Основные закономерности, проблемы и противоречия в развития науки. Основные положения методологии. Выбор темы исследований |
| 2.        | Научно-техническая информация.<br>Система научно-технической информации. Информация о зарубежной литературе. Каталоги и картотеки библиотек - источники информации.<br>Использование интернета как источника информации.   |
| 3.        | Тема 3. Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений.<br>Общие положения. Планирование исследования по методу полного факторного эксперимента. Методика планирования по полному факторному эксперименту или план $2^k$ .   |
| 4.        | Методика статистической оценки результатов экспериментов.<br>Элементы теории вероятностей. Проверка гипотезы о нормальном распределении. Способы определения принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности.   |
| 5.        | . Общие вопросы методики научных исследований. Эффективность научных исследований. Элементы инженерного прогнозирования  |

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная литература:*

9. Кожухар В.М. Основы научных исследований. М., изд. «Дашков и К» 2010
10. Голицынский Д.М., Свитин В.В., Соколов М.Ю., Иванес Т.В. Основы научных исследований: Учеб.пособ. СПб.: Изд-во С-Петербургский гос. ун-та путей сообщения. 1995
11. Налимов В.В. Теория эксперимента. М., Наука.1971
12. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М., Наука, 1968
13. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. М., Энергоиздат, 1982

### *Дополнительная литература:*

14. И.Н. Кузнецов. Научные работы: Методика подготовки и оформления. Минск, 2000
15. Михеев О.В., Малышев Ю.Н., Фрумкин Р.А., Зайденварг В.Е. Основы научных исследований: Учеб.пособие. Мурманск, МГТУ.1994
16. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Метод. подготовки и оформления.2004

### **Тема 1. Наука. Основные признаки и понятия науки.**

Основы методологии научно-исследовательских работ.

Основные положения методологии.

Рекомендуемая литература: [1], [3].

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое методология?

2. В чем выражается единство теории и практики исследований?

## **Тема 2. Структура и основные принципы составления программы исследования**

Рассматриваются разделы программы:

цель исследования; содержание программы; актуальные и важнейшие подпроблемы; парадигма и рабочая гипотеза решения проблемы; основная концепция исследования; ресурсное обеспечение; предполагаемый результат; показатели эффективности исследования.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [7], [13].

Вопросы для самопроверки:

1. Как измерять эффективность научного исследования?

2. В чем состоит различие между программой и планом исследования?

## **Тема 3. Моделирование математическое изучаемых явлений**

Математические модели можно подразделить на аналитические, численные, статистические и имитационные. Аналитические модели основываются на установлении математических зависимостей в явном виде между параметрами, характеризующими состояние системы. Чтобы аналитическое решение было возможным, неизбежно приходится принимать ряд допущений, идеализирующих задачу настолько, что ее решение оказывается весьма далеким от реальности. Если математическую модель невозможно преобразовать к конечному виду, а упрощения приводят к грубым результатам, более рационально использовать численные методы, которые особенно эффективны при применении вычислительных машин.

В задачах с большим числом влияющих факторов и случайными связями между элементами эффективны методы, реализуемые на основе статистического моделирования. Суть его состоит в воспроизведении на ЭВМ с помощью рандомизации случайного явления или процесса для накопления материала, обрабатываемого методами математической статистики.

Недостатком таких моделей является их громоздкость и трудоемкость, а также сложность осмысления результатов.

При исследовании сложных систем используется имитационное моделирование на ЭВМ, которое синтезирует все виды моделирования и позволяет объединить имитацию исследуемого явления и планирование эксперимента. Имитационное моделирование представляет собой своеобразное экспериментирование с моделью реальной системы.

Заканчивая рассматривать методологические основы научного познания можно еще раз подчеркнуть следующее. Процесс познания идет от сбора, изучения и систематизации фактов, обобщения и раскрытия отдельных закономерностей к логически стройной системе знаний (теории), позволяющей объяснить неизвестные понятия и предсказать новые.

Рекомендуемая литература: [2], [9], [13].

Вопросы для самопроверки:

1. Каковы существующие типы моделей ?
2. Что такое модель физическая?
3. В чем состоит модель математическая?
4. Что такое адекватность модели математической?

#### **Тема 4. Методы верификации результатов исследования**

Проверка результатов исследования осуществляется по нескольким направлениям:

на доверие к ним (верификация); на принадлежность к науке; на простоту.

Различают следующие методы верификации результатов исследования:

*прямой*, сводящийся к получению самим исследователем того же результата, но с использованием другого (других) методов; ценится разработка прогнозной модели исследуемого объекта и совпадение при этом результатов прогноза и фактического состояния объекта в определенный перспективный момент времени;

*косвенный*, сводящийся к выведению прогнозного заключения из ранее полученных самим исследователем результатов;

*инверсный* — проверка предсказательной (прогнозной) модели по данным прогнозного периода, не использовавшимся для получения прогнозной модели;

*оппонентом*, выражающийся в том, что результаты исследования подтверждаются представителями других научных школ или коллективов;

*практикой*, выражающийся в успешном (результативном) использовании полученных научных результатов практиками;

*механизмами* самого исследовательского метода: ряд статистических методов исследования обладает внутренними,

встроенными в алгоритм метода механизмами количественной (цифровой), но отнюдь не смысловой (качественной), верификации результатов проведенного исследования; к таким можно отнести: вычисление и сравнение с табличными значениями коэффициентов корреляции детерминации, коэффициента Стьюдента (метод корреляционно-регрессионного анализа); отношения согласованности (метод анализа иерархий) и др.

Рекомендуемая литература: [4], [7], [8].

Вопросы для самопроверки:

1. В чем заключается суть верификации результатов исследования?
2. Для чего результаты исследования верифицируют?
3. Какие методы верификации вам известны?
4. Что понимают под критериями научности результатов исследований?
5. Что понимают под прямой верификацией?

## **Тема. 5 Выборка методов и средств решения задач научных исследований.**

Общие вопросы методики научных исследований. Эффективность научных исследований. Элементы инженерного прогнозирования.

Самым важным в исследованиях является конечный результат, ради которого предпринималось и само исследование. Он не всегда оказывается таким, каким мы его предполагали. Его эффективность оказалась меньше планируемой, широта применений уже, а затраты на исследование больше. Именно это говорит о том, что очень важно в начале наших исследований более тщательно обсуждать достигаемые характеристики разработок и прогнозировать их хотя бы приблизительно. Это отдельная и очень сложная задача и ее решением занимаются целые исследовательские коллективы. Она не по «зубам» отдельному разработчику, но и он должен предпринимать усилия к решению этой проблемы.

Если разработка оказалась успешной, то следует подумать о возможности ее применения в иных, кроме заявленной в начале, областях знаний. Для этого следует разрабатывать предложения по использованию полученного нового знания, на которое мы начально не рассчитывали.

Рекомендуемая литература: [4], [1], [8].

Вопросы для самопроверки:

1. Какие составляющие входят в оценку эффективности проекта?
2. Что такое многокритериальные оценки?

3. Как ввести веса отдельных критериев?

4. Как составить взвешенный критерий оценки (эффективности, качества)?

## **Тема 6. Использование различных вычислительных сред при моделировании и обработке экспериментальных данных**

Существующие среды, пригодные для обработки результатов экспериментов. Их преимущества и недостатки при работе с ними. Наличие сред на кафедральных компьютерах. Возможности программирования. Среда Excel, ее возможности и расширения с помощью языка VBA (Визуал Бейсик для Приложений).

Рекомендуемая литература: [4].

Вопросы для самопроверки:

1. Какие языки программирования Вы знаете?

2. В чем их разница?

3. Каким языком Вы владеете уверенно?

4. Excel – это язык или среда?

5. Что такое VBA?

## **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ КРАТКИЙ**

**Тема 1. Общая методология научных исследований, основные приемы и частные методы проведения этих исследований**

**Основы методологии научно-исследовательских работ.**

**Введение. Предмет, цели и значение дисциплины. Понятия, определения. Единство теории и практики.**

**Основы методологии научно-исследовательских работ.**

**Классификация научно-исследовательских работ и организаций. Основные закономерности, проблемы и противоречия в развитии науки. Основные положения методологии.**

Рекомендуемая литература: [1], [3].

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое методология?

2. Каковы ее основные положения ?

3. В чем выражается единство теории и практики исследований?

4. Что понимают под исследовательской проблемой?

5. Какую роль играет проблема в исследовании?

6. Как классифицируются проблемы?

## **Тема 2. Основные принципы и обоснования выбора направления тематики научных исследований**

**Выбор темы исследований. Анализ существующего опыта. Роль руководителя при выборе. Внешняя информация и ее роль при выборе темы. Важнейшие источники информации**

**Рекомендуемая литература: [1], [2].**

**Вопросы для самопроверки:**

**12. Как была выбрана вами первая научная тема?**

**13. Как была выбрана вами последняя научная тема?**

**14. Насколько выросла степень самостоятельности при выборе и формулировке тем (проблем)?**

**15. Какую роль играл коллектив при выборе тем?**

## **Тема 3. Проведение информационного поиска по тематике исследований**

**Информация как основа управления. Мера информации. Получение, обработка и передача информации. Потеря информации при передаче, энтропия. Восстановление информации. Дискретизация аналоговых сигналов по времени и уровню. Восстановление с помощью теоремы и формулы Котельникова. Характеристики стохастических процессов, корреляционная функция. Процессы стационарные, эргодические.**

**Обмен информацией как непереносимое условие работы любой управляющей системы. Обмен как средство уменьшения неопределенности появления событий, уменьшения несогласованности в действиях, разнообразия в понятиях. Все это есть цель всякого управления.**

**Теория информации как наука, изучающая количественные закономерности, связанные с получением, обработкой, хранением и передачей информации. Количественное определение информации, формула Шеннона. Связь с вероятностью. Информационная мера Шеннона и теоремы идеального кодирования. Оценка степени соответствия технически различных систем для решения задач передачи сообщений. Оценка по информационным показателям: информационной производительностью и информационной пропускной способностью. Их соотношение как идеальная мера степени соответствия реальных технических систем. Теорема Шеннона о передаче информации без искажений. Условия такой передачи, их выражение через свойства информационного потока, его кодирования и пропускной способности передающего**

канала.

Рекомендуемая литература: [7], [11].

**Вопросы для самопроверки:**

1. Какие виды источников информации используются в процессе исследований?
2. Как связаны известные источники информации, привлекаемой к исследованиям, с размером затрат на ее получение?
3. Как связаны виды источников информации с этапами, выделяемыми в ходе исследований?

**Тема 4. Структура и основные принципы составления программы исследования**

*Программа исследования* — это комплекс положений, определяющий цели и задачи исследования, его предмет, условия проведения исследования, используемые ресурсы и предполагаемый результат. Программа рассматривается как средство достижения цели исследования, как форма конкретизации концепции.

Разделы программы: цель исследования; содержание программы; актуальные и важнейшие подпроблемы; парадигма и рабочая гипотеза решения проблемы; основная концепция исследования; ресурсное обеспечение; предполагаемый результат; показатели эффективности исследования.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [7], [13].

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что понимают под концепцией исследования?
2. Какие методы используют при разработке концепции?
3. Что понимают под научной парадигмой?
4. В чем видится вам различие между концепцией и программой исследования?
5. В чем состоит различие между программой и планом исследования?

**Тема 5. Основы и принципы методики планирования эксперимента, представления их результатов до уровня понимания широкого круга пользователей**

Планирование эксперимента как наука. Постановка задачи эксперимента. Формулирование целевой функции исследований. Предварительно ожидаемые результаты. Возможности проведения экспериментов при обучении в МГТУ.

Необходимая для этого аппаратура. Ее наличие на кафедрах.

Рекомендуемая литература: [3].

Вопросы для самопроверки:

1. Что понимают под исследованием?
2. Что понимают под экспериментом?
3. Что понимают под экспериментальным опытом?
4. В чем отличие (экспериментального) опыта от эксперимента?
5. В чем состоит различие между анализом и исследованием?
6. Какова связь понятий “познание” и “исследование”?

Тема 6. Организация и проведение эксперимента.

Планирование эксперимента при поиске оптимальных решений.

Общие положения. Планирование исследования по методу полного факторного эксперимента. Методика планирования по полному факторному эксперименту или план  $2^k$ .

Важнейшей частью исследований является эксперимент. Когда высказана некоторая гипотеза и развита на ее основе теория, результаты следует проверить практически. Постановка эксперимента - сложное и кропотливое дело, требующее особой подготовки. Если эксперимент проводится в судовых условиях, то следует написать программу эксперимента и, возможно, утвердить в надзорных органах. Само выполнение следует тщательно протоколировать, исключая всякую неоднозначную трактовку результатов.

Планирование эксперимента с математических позиций состоит в такой его постановке, чтобы из результатов эксперимента можно извлечь максимум информации при минимальных затратах. Это оптимальный эксперимент.

Рекомендуемая литература: [3], [7], [8].

Вопросы для самопроверки:

1. Для чего выполняется эксперимент?
2. На каком этапе исследования мы прибегаем к эксперименту?
3. Что такое программа эксперимента?
4. Что есть протокол эксперимента?

Темы 7. Методика статистической оценки результатов эксперимента

**Методика статистической оценки результатов экспериментов.**

**Элементы теории вероятностей. Проверка гипотезы о нормальном распределении. Способы определения принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности**

После выполнения эксперимента следует произвести обработку его результатов. Эта важнейшая часть научной работы. Ведь конечная цель эксперимента – продемонстрировать адекватность реальных и высказанной вами гипотезы (теории). Если в эксперименте фиксируются параметры, имеющие вероятностную природу, то делается попытка подобрать для них подходящие распределения. Затем проверяется гипотеза, что данные представляют именно такое распределение.

Если параметры носят детерминистский характер, то, как правило, мы пытаемся аппроксимировать зависимости параметров формульными выражениями. Для этого эффективно использовать вычислительные среды, например, MathCad.

Рекомендуемая литература: [2], [9], [13].

**Вопросы для самопроверки:**

1. Как обрабатываются результаты эксперимента?
2. Какие связи ищут между параметрами, снятыми при эксперименте?
3. Что такое вероятностное распределение параметра?
4. Какая вычислительная среда удобна для аппроксимаций

## **Тема 8. Моделирование математическое изучаемых явлений**

Математическое моделирование как метод изучения процессов и явлений, для которых известно математическое описание. Оно базируется на общих законах природы и применении формы записи (формализации) этих законов для конкретного явления или процесса. Моделирование состоит в воспроизведении состояния системы с сохранением логической структуры взаимосвязи элементов, их физического содержания и последовательности смены состояний во времени.

Используемые в науке математические модели можно подразделить на аналитические, численные, статистические и имитационные. Аналитические модели основываются на установлении математических зависимостей в явном виде между параметрами, характеризующими состояние системы. Чтобы аналитическое решение было возможным, неизбежно приходится принимать ряд допущений, идеализирующих задачу настолько, что ее решение оказывается весьма далеким от реальности. Если математическую модель невозможно преобразовать к конечному виду, а упрощения приводят к грубым результатам, более рационально использовать численные методы,

которые особенно эффективны при применении вычислительных машин.

В задачах с большим числом влияющих факторов и случайными связями между элементами эффективны методы, реализуемые на основе статистического моделирования. Суть его состоит в воспроизведении на ЭВМ с помощью рандомизации случайного явления или процесса для накопления материала, обрабатываемого методами математической статистики. Недостатком таких моделей является их громоздкость и трудоемкость, а также сложность осмысления результатов.

При исследовании сложных систем используется имитационное моделирование на ЭВМ, которое синтезирует все виды моделирования и позволяет объединить имитацию исследуемого явления и планирование эксперимента. Имитационное моделирование представляет собой своеобразное экспериментирование с моделью реальной системы.

Заканчивая рассматривать методологические основы научного познания можно еще раз подчеркнуть следующее. Процесс познания идет от сбора, изучения и систематизации фактов, обобщения и раскрытия отдельных закономерностей к логически стройной системе знаний (теории), позволяющей объяснить неизвестные понятия и предсказать новые.

Рекомендуемая литература: [2], [9], [13].

Вопросы для самопроверки:

1. Каковы существующие типы моделей ?
2. Что такое модель физическая?
3. В чем состоит модель математическая?
4. Что такое адекватность модели математической?

Тема 9. Методы верификации результатов исследования

Проверка результатов исследования осуществляется по нескольким направлениям: на доверие к ним (верификация); на принадлежность к науке; на простоту.

Различают следующие методы верификации результатов исследования:

*прямой*, сводящийся к получению самим исследователем того же результата, но с использованием другого (других) методов; ценится разработка прогнозной модели исследуемого объекта и совпадение при этом результатов прогноза и фактического состояния объекта в определенный перспективный момент времени;

*косвенный*, сводящийся к выведению прогнозного заключения из ранее полученных самим исследователем результатов;

*инверсный* — проверка предсказательной (прогнозной) модели по данным прогнозного периода, не использовавшимся для получения прогнозной модели;

*оппонентом*, выражающийся в том, что результаты исследования подтверждаются представителями других научных школ или коллективов;

*практикой*, выражающийся в успешном (результативном) использовании полученных научных результатов практиками;

*механизмами* самого исследовательского метода: ряд статистических методов исследования обладает внутренними,

встроенными в алгоритм метода механизмами количественной (цифровой), но отнюдь не смысловой (качественной), верификации результатов проведенного исследования; к таким можно отнести: вычисление и сравнение с табличными значениями коэффициентов корреляции детерминации, коэффициента Стьюдента (метод корреляционно-регрессионного анализа); отношения согласованности (метод анализа иерархий) и др.

Рекомендуемая литература: [4], [7], [8].

Вопросы для самопроверки:

1. В чем заключается суть верификации результатов исследования?
2. Для чего результаты исследования верифицируют?
3. Какие методы верификации вам известны?
4. Что понимают под критериями научности результатов исследований?
5. Что понимают под прямой верификацией?

**Тема. 10 Выборка методов и средств решения задач научных исследований.**

**Общие вопросы методики научных исследований. Эффективность научных исследований. Элементы инженерного прогнозирования.**

Самым важным в исследованиях является конечный результат, ради которого предпринималось и само исследование. Он не всегда оказывается таким, каким мы его предполагали. Его эффективность оказалась меньше планируемой, широта применений уже, а затраты на исследование больше. Именно это говорит о том, что очень важно в начале наших исследований более тщательно обсуждать достигаемые характеристики разработок и прогнозировать их хотя бы приблизительно. Это отдельная и очень сложная задача и ее решением занимаются целые исследовательские коллективы. Она не по «зубам» отдельному разработчику, но и он должен предпринимать усилия к решению этой проблемы.

Если разработка оказалась успешной, то следует подумать о возможности ее применения в иных, кроме заявленной в начале, областях знаний. Для этого следует разрабатывать предложения по использованию полученного нового знания, на которое

мы начально не рассчитывали.

Рекомендуемая литература: [4], [1], [8].

Вопросы для самопроверки:

- 1.Какие составляющие входят в оценку эффективности проекта?
- 2.Что такое многокритериальные оценки?
- 3.Как ввести веса отдельных критериев?
- 4.Как составить взвешенный критерий оценки (эффективности, качества)?

**Тема 11. Использование различных вычислительных сред при моделировании и обработке экспериментальных данных**

Существующие среды, пригодные для обработки результатов экспериментов. Их преимущества и недостатки при работе с ними. Наличные среды на кафедральных компьютерах. Возможности программирования. Среда Excel, ее возможности и расширения с помощью языка VBA( Визуал Бейсик для Приложений).

Рекомендуемая литература: [4].

Вопросы для самопроверки:

- 1.Какие языки программирования Вы знаете?
- 2.В чем их разница?
- 3.Каким языком Вы владеете уверенно?
4. Excel – это язык или среда?
- 5.Что такое VBA?

**Тема 12. Вычислительные среды MathCad и Excel. Класс решаемых задач.**

У Вас имеются результаты экспериментов, необходимые для проверки адекватности построенной вами модели. Эти результаты вы получили сами или воспользовались результатами сторонних испытаний. В последнем случае очень важно, чтобы условия их проведения соответствовали исходным положениям вашего моделирования. Иначе выводы об адекватности (или наоборот) будут сомнительными. Теперь важно, в какой форме получены опытные результаты. Если вы проводили эксперимент сами, то, скорее всего, вы получите набор опытных точек, скажем в плоской системе координат. Например, (P,T) – давление/температура, или (V,t) – скорость/время, или (N,n) – мощность/обороты и т.п. Если же выберете чужие результаты, то они, как правило, в изданиях приводятся в виде кривых, которые

авторы получали по результатам собственно испытаний. При этом аппроксимирующие формулы не приводятся, и у вас нет возможности сразу получить набор опытных точек. Что делается в этом случае? Для этого производится оцифровка имеющихся кривых. График сканируется, и графический файл читается в специальной компьютерной программе, где кликом мыши на точках графика превращаем график в набор точек. Три первых клика мыши определяются программой как точки задания масштабов по координатным осям. Набор точек отправляется в текстовый файл в виде двух столбцов. Он просто читается в любом редакторе и может быть считан в Excel или MathCad или любые другие вычислительные среды. На кафедре судовождения такая программа GetGrafData выполнена в языке VB6, и ею может воспользоваться каждый обучающийся в Навигации №2. После получения оцифрованной кривой в виде файла проще всего считать его в среде MathCad оператором  $M=READFILE("namefile.txt")$ . Теперь вы имеете матрицу  $M$  с двумя столбцами. Это позволит выделить отдельно каждый столбец присвоениями

$$X=M^{(1)} \qquad Y=M^{(2)},$$

и далее работать с ними отдельно. В частности воспользоваться функцией  $regress(X, Y, k, x)$ , которая построит аппроксимирующий полином порядка  $k$ . Им далее можно пользоваться как некоторой зависимостью между  $X$  и  $Y$ , и заниматься анализом степени адекватности модели. Ее можно оценить с помощью среднего квадратического отклонения точек опытных от соответствующих точек аппроксимирующего полинома. Эта возможность также встроена в среду MathCad, и ею надо широко пользоваться при исследованиях.

Рекомендуемая литература: [4], [6], [8].

Вопросы для самопроверки:

- 1.Какая вычислительная среда наиболее удобна для аппроксимаций?
2. MathCad – это язык программирования или среда для вычислений?
- 3.Что такое программирование в MathCad?

Тема 13. Составление обзора по тематике научных исследований

Тема 14. Стандарты оформления отчетной документации по проведенным научным исследованиям

Обзор документов, регламентирующих отчетную документацию, связанную с различными этапами научной деятельности.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по

межгосударственной стандартизации установлены в [ГОСТ 1.0-2015](#) "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и [ГОСТ 1.2-2015](#) "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены"

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением науки "Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук" в рамках Технического комитета по стандартизации ТК 191 "Научно-техническая информация, библиотечное и издательское дело"

4 [Приказом](#) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 октября 2017 г. N 1494-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 7.32-2017 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2018 г.

Рекомендуемая литература: [9].

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная литература:*

17. Кожухар В.М. Основы научных исследований. М., изд. «Дашков и К» 2010
18. Голицынский Д.М., Свитин В.В., Соколов М.Ю., Иванес Т.В. Основы научных исследований: Учеб.пособ. СПб.: Изд-во С-Петербургский гос. ун-та путей сообщения. 1995
19. Налимов В.В. Теория эксперимента. М., Наука.1971
20. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М., Наука, 1968
21. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. М., Энергоиздат, 1982

*Дополнительная литература:*

22. И.Н. Кузнецов. Научные работы: Методика подготовки и оформления. Минск, 2000
23. Михеев О.В., Малышев Ю.Н., Фрумкин Р.А., Зайденварг В.Е. Основы научных исследований: Учеб.пособие. Мурманск, МГТУ.1994
24. Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Метод. подготовки и оформления.2004

Межгосударственный стандарт (ГОСТ 7.32-2017). Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Межгосударственный совет по

**стандартизації.**