

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
специализированного высшего образования  
по направлению подготовки  
27.04.02 Управление качеством,  
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО  
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Основы теории эксперимента**

Направление подготовки: 27.04.02 Управление качеством

Направленность (профиль): Управление качеством в транспортном  
строительстве

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ  
(МИИТ)

ID подписи: 581797

Подписал: заведующий кафедрой Гуськова Марина  
Федоровна

Дата: 01.09.2026

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

### Цель дисциплины:

Научить магистров научно обоснованному выбору методов, ориентированных на решение фундаментальных и прикладных задач разных областей естествознания с учетом их специфики. Сформировать у студентов навыки самостоятельного использования доступного математического аппарата для оценки результатов измерений на всех стадиях научной и практической деятельности. Научить осуществлять оптимальный выбор необходимых теоретических и технических средств оценки результатов измерений.

### Задачи изучения дисциплины:

- получение теоретических знаний по выполнению научных и промышленных экспериментальных исследований;
- сформировать у студента общее представление о содержании, задачах и методах научно обоснованных оценок результатов измерений, применяемых в современном естествознании;
- получение теоретических знаний по обработке результатов экспериментов;
- получение практических навыков для выполнения научных и промышленных экспериментальных исследований, а также по обработки результатов экспериментов;
- сформировать у учащегося подход, применение которого позволяет выполнять квалифицированную интерпретацию как научно обоснованных результатов, так и рекламно-коммерческих.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-1** - Способность осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные понятия и определения теории эксперимента;
- постановку задач планирования экспериментов;
- оценку погрешностей и статистическую обработку результатов;

- основные задачи управления в технических системах, направленные на непрерывное улучшение качества;
- этапы процессов внедрения систем управления в производственной и непроизводственной сферах.

#### **Уметь:**

- выбирать оптимальные методы проведения экспериментов;
- разрабатывать схемы измерений и оценивать точность получаемых данных;
- применять критерии оценки эффективности для оценки полученных результатов, соотнося выгоду и затраты, а также взаимозависимость результатов разработки систем управления и результатов внедрения систем управления в производственной и непроизводственной сферах;
- выполнять эксперименты и оформлять результаты исследования и разработки в области управления качеством.

#### **Владеть:**

- методами анализа и обработки экспериментальных данных, включая регрессионный анализ, дисперсионный анализ и планирование экспериментов;
- методическими подходами работы с большими базами данных;
- навыками идентификации основных процессов;
- навыками участия в разработке рабочих моделей, проведении работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований;
- навыками использования информационных ресурсов для организационно-методического и научно-технического руководства работами по комплексному контролю в организации.

### **3. Объем дисциплины (модуля).**

#### **3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| Тип учебных занятий | Количество часов |
|---------------------|------------------|

|                                                           |       |            |
|-----------------------------------------------------------|-------|------------|
|                                                           | Всего | Семестр №2 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 48    | 48         |
| В том числе:                                              |       |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 16    | 16         |
| Занятия семинарского типа                                 | 32    | 32         |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 168 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <p>Введение в теорию эксперимента.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Эксперимент как предмет исследования.</li> <li>- Требования, предъявляемые в РФ к результатам научной деятельности в естествознании, в строительстве и на транспорте.</li> <li>- Реферативные и авторские результаты.</li> <li>- Виды моделей: концептуальные, структурные, математические.</li> <li>- Планирование эксперимента.</li> <li>- Классификация и типы экспериментов.</li> <li>- Цели и задачи экспериментального исследования.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2     | <p>Применение теории эксперимента в научных исследованиях.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Важность эксперимента в научных исследованиях.</li> <li>- История развития экспериментальных методов.</li> <li>- Теоретические основы экспериментальных исследований.</li> <li>- Этапы и классификация экспериментов.</li> <li>- Метрологическое обеспечение исследований и размерности физических величин.</li> <li>- Обработка и анализ экспериментальных данных.</li> <li>- Принципы представления экспериментальных данных.</li> <li>- Естественный эксперимент, проведение опытов в естественных условиях существования объекта исследования.</li> <li>- Обследование — изучение объекта с разной степенью глубины и детализации в зависимости от задач исследователя.</li> </ul> |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Мониторинг — отслеживание состояния объекта посредством наблюдения и измерения.</li> <li>- 3D-сканирование — использование трёхмерных технологий для фиксации и изучения архитектурных и градостроительных объектов.</li> <li>- Эксперимент — проведение опытов для проверки гипотезы или исследования влияния различных факторов на объект.</li> <li>- Лабораторный эксперимент — проведение опытов в искусственно созданных условиях для изучения физических свойств объектов.</li> <li>- Силовые испытания — проверка прочности и устойчивости конструктивных систем зданий и отдельных конструкций.</li> <li>- Лабораторные исследования и изучение свойств строительных материалов и инженерных систем оборудования.</li> <li>- Проектирование экспериментальных объектов и реализация естественного эксперимента с помощью методов наблюдения, измерения и мониторинга.</li> <li>- Экспериментальные методы и использование наблюдений, измерений, мониторинга и других методов для изучения объектов и проверки гипотез.</li> </ul>                                 |
| 3        | <p><b>Основы планирования эксперимента.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные понятия планирования эксперимента.</li> <li>- Цель эксперимента: определение характеристик, свойств объекта исследования.</li> <li>- Вид эксперимента: определительные, контрольные, сравнительные, исследовательские.</li> <li>- Условия проведения эксперимента: доступное оборудование, сроки работ, финансовые ресурсы, численность и кадровый состав работников.</li> <li>- Виды испытаний: нормальные, ускоренные, сокращённые, лабораторные, стендовые, полигонные, натурные или эксплуатационные.</li> <li>- Входные и выходные параметры: факторы могут быть детерминированными (регистрируемыми и управляемыми) и случайными (регистрируемыми, но неуправляемыми).</li> <li>- Математическая модель: представление экспериментальных данных с помощью математических формул.</li> <li>- Критерий оптимальности: выбор плана эксперимента и метода анализа данных.</li> <li>- Порядок проведения испытаний: количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных.</li> </ul> |
| 4        | <p><b>Этапы планирования эксперимента.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Установление цели эксперимента и его вида.</li> <li>- Уточнение условий проведения эксперимента.</li> <li>- Выбор вида испытаний.</li> <li>- Выбор входных и выходных параметров.</li> <li>- Выбор математической модели.</li> <li>- Установление необходимой точности результатов измерений.</li> <li>- Выбор критерия оптимальности, плана эксперимента и метода анализа данных.</li> <li>- Проведение эксперимента: количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных.</li> <li>- Обработка результатов эксперимента.</li> <li>- Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5        | <p><b>Обработка результатов эксперимента.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Теория измерений и её применение в экспериментах.</li> <li>- Основы измерений и измерительных систем.</li> <li>- Измерительные шкалы и их свойства.</li> <li>- Методы измерений и их погрешности.</li> <li>- Точность результатов измерений: необходимая область изменения входных параметров и уточнение видов воздействий.</li> <li>- Определение доверительного интервала среднего значения.</li> <li>- Определение дисперсии.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проверка статистических предпосылок.</li> <li>- Построение математической модели поведения исследуемых характеристик.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6        | <p><b>Статистические методы анализа данных.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценка параметров распределения.</li> <li>- Корреляционный анализ: определение силы и направления стохастической взаимосвязи между переменными.</li> <li>- Регрессионный анализ: моделирование взаимосвязи одной случайной переменной от одной или нескольких других случайных переменных.</li> <li>- Дисперсионный анализ: оценка влияния различных факторов на результат эксперимента и планирование экспериментов.</li> <li>- Непараметрические методы сравнения выборок: критерии Краскела – Уоллиса, медианный тест, критерии Вальда – Вольфовица, Колмогорова – Смирнова, Манна – Уитни и критерий Фридмана.</li> <li>- Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента.</li> <li>- Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов.</li> <li>- Методы нахождения численных оценок характеристик.</li> </ul>                                                    |
| 7        | <p><b>Последовательные и параллельные эксперименты и их организация.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Параллельный и последовательный эксперименты.</li> <li>- Сравнение двух групп (экспериментальной и контрольной).</li> <li>- Разделение множества лиц на подмножества по определённым признакам: разделение проводится с использованием рандомизации для обеспечения чистоты эксперимента.</li> <li>- Создание экспериментальной и контрольной групп путём сочетания попарного отбора или частотного распределения с рандомизацией.</li> <li>- Замер всех факторов, необходимых для проверки гипотезы: замер проводится до и после воздействия независимой переменной в экспериментальной группе и контрольной группе.</li> <li>- Контрольная и экспериментальная группы: контрольная группа используется для сравнения изменений в объекте наблюдения до и после воздействия независимой переменной, а экспериментальная группа отражает изменения, вызванные воздействием этой переменной.</li> </ul> |
| 8        | <p><b>Планирование пассивных и активных экспериментов.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Предварительная обработка экспериментальных данных.</li> <li>- Анализ результатов пассивного эксперимента.</li> <li>- Анализ результатов активного эксперимента.</li> <li>- Эмпирические зависимости.</li> <li>- Детерминированные и стохастические модели.</li> <li>- Иерархия и суперпозиция моделей.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 9        | <p><b>Обычные и специальные эксперименты.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Цели исследования: преобразующие, констатирующие, контролирующие, поисковые.</li> <li>- Организация проведения: лабораторные, натурные.</li> <li>- Характер внешних воздействий: вещественные, энергетические, информационные.</li> <li>- Взаимодействие средства экспериментального исследования с объектом исследования: обычный, модельный.</li> <li>- Типы моделей, исследуемых в эксперименте: материальный, мысленный.</li> <li>- Контролируемые величины: пассивный, активный.</li> <li>- Число варьируемых факторов: однофакторный, многофакторный.</li> <li>- Обычные эксперименты проводятся для непосредственного изучения объекта исследования.</li> <li>- Специальные эксперименты используют модели для изучения свойств объекта.</li> </ul>                                                                                                                                                                        |
| 10       | <p><b>Уникальные и смешанные эксперименты.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокая скорость протекания исследуемых процессов.</li> <li>- Широкий диапазон изменения характеристик объектов исследования.</li> <li>- Проведение исследований в стационарных условиях или на подвижных объектах.</li> <li>- Изучение сложных процессов, которые невозможно математически смоделировать.</li> <li>- Обработка больших объёмов данных.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Уникальные эксперименты проводятся на сложном дорогостоящем оборудовании, смешанные могут использовать различные типы оборудования.</li> <li>- Уникальные эксперименты охватывают широкий диапазон изменения характеристик объектов исследования, смешанные могут иметь более ограниченный диапазон.</li> <li>- Уникальные эксперименты используют специальные методики и сложное локальное оборудование, смешанные могут применять более простые методики и оборудование.</li> <li>- Уникальные эксперименты проводятся для проверки новых технологий и разработок, смешанные могут исследовать различные области науки и техники.</li> <li>- Смешанные эксперименты содержат совокупность разнотипных экспериментов, объединённых единой программой исследования и связанных друг с другом результатами исследований.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 11       | <p><b>Планирование эксперимента с использованием полиномиальных моделей.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основы теории приближения функций.</li> <li>- Методы аппроксимации и интерполяции.</li> <li>- Полиномиальная модель: функция, которая описывает зависимость выходной переменной от входных переменных.</li> <li>- Факторное пространство: множество всех возможных комбинаций значений входных переменных.</li> <li>- Полный факторный эксперимент (ПФЭ): эксперимент, в котором каждая комбинация значений входных переменных встречается ровно один раз.</li> <li>- Звёздные точки: особые точки в факторном пространстве, которые позволяют сократить количество опытов при сохранении точности аппроксимации.</li> <li>- Дробный факторный эксперимент (ДФЭ): эксперимент, в котором используются только часть опытов полного факторного эксперимента.</li> <li>- Регрессионный анализ: метод статистической обработки данных для определения коэффициентов полиномиальной модели.</li> <li>- Примеры применения планирования эксперимента с использованием полиномиальных моделей в различных областях науки и техники.</li> </ul> |
| 12       | <p><b>Методы планирования экспериментов.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы планирования экспериментов.</li> <li>- Логические основы.</li> <li>- Метод эволюционного планирования Бокса.</li> <li>- Вращаемое и случайное эволюционное планирование.</li> <li>- Регрессионный анализ и критерий оптимальности регрессионных экспериментов.</li> <li>- Непрерывные оптимальные планы.</li> <li>- Статистические методы.</li> <li>- D-оптимальные планы.</li> <li>- Свойства и методы построения точных оптимальных планов.</li> <li>- Дискриминирующие эксперименты.</li> <li>- Последовательный симплекс-метод.</li> <li>- Оценка погрешностей результатов наблюдений.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 13       | <p><b>Методы оптимизации эксперимента.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимизация эксперимента — процесс выбора оптимальных условий проведения эксперимента для достижения максимальной эффективности и точности результатов.</li> <li>- Факторы — переменные, которые влияют на результат эксперимента.</li> <li>- План эксперимента — схема проведения эксперимента, включающая выбор факторов и их уровней, а также порядок проведения опытов.</li> <li>- Методы оптимизации эксперимента.</li> <li>- Основные понятия и определения.</li> <li>- Полный факторный эксперимент.</li> <li>- Дробный факторный эксперимент.</li> <li>- Детерминированные математические модели.</li> <li>- G-оптимальные планы.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ротабельные планы.</li> <li>- Униформ-ротабельные планы.</li> <li>- D-оптимальные планы.</li> <li>- Ортогональные планы.</li> <li>- Аналитические методы оптимизации.</li> <li>- Методы математического программирования.</li> <li>- Методы оптимизации эксперимента на практике.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 14       | <p><b>Основы теории подобия и моделирования.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Подобие явлений.</li> <li>- Критерии подобия.</li> <li>- Моделирование, воспроизведение в уменьшенном масштабе физических явлений или процессов для изучения их свойств и закономерностей.</li> <li>- Математическая модель как система уравнений, описывающая связи между переменными, характеризующими изучаемое явление или процесс.</li> <li>- Планирование эксперимента, выбор оптимальных условий проведения эксперимента для получения достоверных и точных результатов.</li> <li>- Критерии подобия и их использование для моделирования явлений.</li> <li>- Математическое моделирование и его применение в планировании эксперимента.</li> <li>- Планирование эксперимента и выбор оптимальных условий проведения опытов.</li> <li>- Примеры применения теории подобия и моделирования в различных областях науки и техники.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 15       | <p><b>Анализ временных рядов.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Временной ряд как последовательность значений, протекающих и измеряемых в определённом временном промежутке.</li> <li>- Компоненты временного ряда: тренд, сезонность, цикличность и случайные колебания.</li> <li>- Регулярные и нерегулярные временные ряды.</li> <li>- Детерминированные, недетерминированные и стационарные временные ряды.</li> <li>- Тренд, сезонность и цикличность как основные компоненты временного ряда.</li> <li>- Стационарность как ключевое свойство ряда для анализа.</li> <li>- Тесты для проверки стационарности.</li> <li>- Критерий Дики–Фуллера или KPSS.</li> <li>- Процедура анализа временных рядов.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 16       | <p><b>Анализ многомерных данных.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Многомерный анализ данных (Multi-dimensional Data Analysis) — методология анализа данных с учётом нескольких измерений или атрибутов одновременно.</li> <li>- Измерения, оси куба данных, представляющие различные аспекты анализа, например время, продукт, регион.</li> <li>- Атрибуты и конкретные значения, связанные с каждым измерением.</li> <li>- Иерархии и организация данных в более детальном и обобщённом виде.</li> <li>- Многомерные кубы (OLAP-кубы) — структуры данных для организации многомерных данных для анализа.</li> <li>- Реляционные базы данных.</li> <li>- Матрицы данных.</li> <li>- Многомерные модели данных.</li> <li>- Методы анализа многомерных данных.</li> <li>- Анализ главных компонент (PCA) — метод уменьшения размерности для преобразования многомерных данных в пространство меньшей размерности с сохранением дисперсии.</li> <li>- Факторный анализ — исследование базовой структуры данных путём выявления скрытых факторов, объясняющих корреляции между переменными.</li> <li>- Кластерный анализ — группировка сходных точек данных или объектов на основе их сходства или несходства.</li> </ul> |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | - Многомерное шкалирование — метод визуализации многомерных данных для исследования их структуры и взаимосвязей. |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <p><b>Введение в теорию эксперимента.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Эксперимент как предмет исследования.</li> <li>- Требования, предъявляемые в РФ к результатам научной деятельности в естествознании, в строительстве и на транспорте.</li> <li>- Реферативные и авторские результаты.</li> <li>- Виды моделей: концептуальные, структурные, математические.</li> <li>- Планирование эксперимента.</li> <li>- Классификация и типы экспериментов.</li> <li>- Цели и задачи экспериментального исследования.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2        | <p><b>Применение теории эксперимента в научных исследованиях.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Важность эксперимента в научных исследованиях.</li> <li>- История развития экспериментальных методов.</li> <li>- Теоретические основы экспериментальных исследований.</li> <li>- Этапы и классификация экспериментов.</li> <li>- Метрологическое обеспечение исследований и размерности физических величин.</li> <li>- Обработка и анализ экспериментальных данных.</li> <li>- Принципы представления экспериментальных данных.</li> <li>- Естественный эксперимент, проведение опытов в естественных условиях существования объекта исследования.</li> <li>- Обследование — изучение объекта с разной степенью глубины и детализации в зависимости от задач исследователя.</li> <li>- Мониторинг — отслеживание состояния объекта посредством наблюдения и измерения.</li> <li>- 3D-сканирование — использование трёхмерных технологий для фиксации и изучения архитектурных и градостроительных объектов.</li> <li>- Эксперимент — проведение опытов для проверки гипотезы или исследования влияния различных факторов на объект.</li> <li>- Лабораторный эксперимент — проведение опытов в искусственно созданных условиях для изучения физических свойств объектов.</li> <li>- Силовые испытания — проверка прочности и устойчивости конструктивных систем зданий и отдельных конструкций.</li> <li>- Лабораторные исследования и изучение свойств строительных материалов и инженерных систем оборудования.</li> <li>- Проектирование экспериментальных объектов и реализация естественного эксперимента с помощью методов наблюдения, измерения и мониторинга.</li> <li>- Экспериментальные методы и использование наблюдений, измерений, мониторинга и других методов для изучения объектов и проверки гипотез.</li> </ul> |
| 3        | <p><b>Основы планирования эксперимента.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные понятия планирования эксперимента.</li> <li>- Цель эксперимента: определение характеристик, свойств объекта исследования.</li> <li>- Вид эксперимента: определительные, контрольные, сравнительные, исследовательские.</li> <li>- Условия проведения эксперимента: доступное оборудование, сроки работ, финансовые ресурсы, численность и кадровый состав работников.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Виды испытаний: нормальные, ускоренные, сокращённые, лабораторные, стендовые, полигонные, натурные или эксплуатационные.</li> <li>- Входные и выходные параметры: факторы могут быть детерминированными (регистрируемыми и управляемыми) и случайными (регистрируемыми, но неуправляемыми).</li> <li>- Математическая модель: представление экспериментальных данных с помощью математических формул.</li> <li>- Критерий оптимальности: выбор плана эксперимента и метода анализа данных.</li> <li>- Порядок проведения испытаний: количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4        | <p>Этапы планирования эксперимента.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Установление цели эксперимента и его вида.</li> <li>- Уточнение условий проведения эксперимента.</li> <li>- Выбор вида испытаний.</li> <li>- Выбор входных и выходных параметров.</li> <li>- Выбор математической модели.</li> <li>- Установление необходимой точности результатов измерений.</li> <li>- Выбор критерия оптимальности, плана эксперимента и метода анализа данных.</li> <li>- Проведение эксперимента: количество и порядок испытаний, способ сбора, хранения и документирования данных.</li> <li>- Обработка результатов эксперимента.</li> <li>- Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5        | <p>Обработка результатов эксперимента.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Теория измерений и её применение в экспериментах.</li> <li>- Основы измерений и измерительных систем.</li> <li>- Измерительные шкалы и их свойства.</li> <li>- Методы измерений и их погрешности.</li> <li>- Точность результатов измерений: необходимая область изменения входных параметров и уточнение видов воздействий.</li> <li>- Определение доверительного интервала среднего значения.</li> <li>- Определение дисперсии.</li> <li>- Проверка статистических предпосылок.</li> <li>- Построение математической модели поведения исследуемых характеристик.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6        | <p>Статистические методы анализа данных.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценка параметров распределения.</li> <li>- Корреляционный анализ: определение силы и направления стохастической взаимосвязи между переменными.</li> <li>- Регрессионный анализ: моделирование взаимосвязи одной случайной переменной от одной или нескольких других случайных переменных.</li> <li>- Дисперсионный анализ: оценка влияния различных факторов на результат эксперимента и планирование экспериментов.</li> <li>- Непараметрические методы сравнения выборок: критерии Краскела – Уоллиса, медианный тест, критерии Вальда – Вольфовица, Колмогорова – Смирнова, Манна – Уитни и критерий Фридмана.</li> <li>- Компьютерные методы статистической обработки результатов инженерного эксперимента.</li> <li>- Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов.</li> <li>- Методы нахождения численных оценок характеристик.</li> </ul> |
| 7        | <p>Последовательные и параллельные эксперименты и их организация.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Параллельный и последовательный эксперименты.</li> <li>- Сравнение двух групп (экспериментальной и контрольной).</li> <li>- Разделение множества лиц на подмножества по определённым признакам: разделение проводится с использованием рандомизации для обеспечения чистоты эксперимента.</li> <li>- Создание экспериментальной и контрольной групп путём сочетания попарного отбора или</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <p>частотного распределения с рандомизацией.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Замер всех факторов, необходимых для проверки гипотезы: замер проводится до и после воздействия независимой переменной в экспериментальной группе и контрольной группе.</li> <li>- Контрольная и экспериментальная группы: контрольная группа используется для сравнения изменений в объекте наблюдения до и после воздействия независимой переменной, а экспериментальная группа отражает изменения, вызванные воздействием этой переменной.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8        | <p><b>Планирование пассивных и активных экспериментов.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Предварительная обработка экспериментальных данных.</li> <li>- Анализ результатов пассивного эксперимента.</li> <li>- Анализ результатов активного эксперимента.</li> <li>- Эмпирические зависимости.</li> <li>- Детерминированные и стохастические модели.</li> <li>- Иерархия и суперпозиция моделей.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 9        | <p><b>Обычные и специальные эксперименты.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Цели исследования: преобразующие, констатирующие, контролирующие, поисковые.</li> <li>- Организация проведения: лабораторные, натурные.</li> <li>- Характер внешних воздействий: вещественные, энергетические, информационные.</li> <li>- Взаимодействие средства экспериментального исследования с объектом исследования: обычный, модельный.</li> <li>- Типы моделей, исследуемых в эксперименте: материальный, мысленный.</li> <li>- Контролируемые величины: пассивный, активный.</li> <li>- Число варьируемых факторов: однофакторный, многофакторный.</li> <li>- Обычные эксперименты проводятся для непосредственного изучения объекта исследования.</li> <li>- Специальные эксперименты используют модели для изучения свойств объекта.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10       | <p><b>Уникальные и смешанные эксперименты.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокая скорость протекания исследуемых процессов.</li> <li>- Широкий диапазон изменения характеристик объектов исследования.</li> <li>- Проведение исследований в стационарных условиях или на подвижных объектах.</li> <li>- Изучение сложных процессов, которые невозможно математически смоделировать.</li> <li>- Обработка больших объёмов данных.</li> <li>- Уникальные эксперименты проводятся на сложном дорогостоящем оборудовании, смешанные могут использовать различные типы оборудования.</li> <li>- Уникальные эксперименты охватывают широкий диапазон изменения характеристик объектов исследования, смешанные могут иметь более ограниченный диапазон.</li> <li>- Уникальные эксперименты используют специальные методики и сложное локальное оборудование, смешанные могут применять более простые методики и оборудование.</li> <li>- Уникальные эксперименты проводятся для проверки новых технологий и разработок, смешанные могут исследовать различные области науки и техники.</li> <li>- Смешанные эксперименты содержат совокупность разнотипных экспериментов, объединённых единой программой исследования и связанных друг с другом результатами исследований.</li> </ul> |
| 11       | <p><b>Планирование эксперимента с использованием полиномиальных моделей.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основы теории приближения функций.</li> <li>- Методы аппроксимации и интерполяции.</li> <li>- Полиномиальная модель: функция, которая описывает зависимость выходной переменной от входных переменных.</li> <li>- Факторное пространство: множество всех возможных комбинаций значений входных переменных.</li> <li>- Полный факторный эксперимент (ПФЭ): эксперимент, в котором каждая комбинация значений входных переменных встречается ровно один раз.</li> <li>- Звёздные точки: особые точки в факторном пространстве, которые позволяют сократить количество опытов при сохранении точности аппроксимации.</li> <li>- Дробный факторный эксперимент (ДФЭ): эксперимент, в котором используются только часть</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <p>опытов полного факторного эксперимента.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Регрессионный анализ: метод статистической обработки данных для определения коэффициентов полиномиальной модели.</li> <li>- Примеры применения планирования эксперимента с использованием полиномиальных моделей в различных областях науки и техники.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 12       | <p><b>Методы планирования экспериментов.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы планирования экспериментов.</li> <li>- Логические основы.</li> <li>- Метод эволюционного планирования Бокса.</li> <li>- Вращаемое и случайное эволюционное планирование.</li> <li>- Регрессионный анализ и критерий оптимальности регрессионных экспериментов.</li> <li>- Непрерывные оптимальные планы.</li> <li>- Статистические методы.</li> <li>- D-оптимальные планы.</li> <li>- Свойства и методы построения точных оптимальных планов.</li> <li>- Дискриминирующие эксперименты.</li> <li>- Последовательный симплекс-метод.</li> <li>- Оценка погрешностей результатов наблюдений.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13       | <p><b>Методы оптимизации эксперимента.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимизация эксперимента — процесс выбора оптимальных условий проведения эксперимента для достижения максимальной эффективности и точности результатов.</li> <li>- Факторы — переменные, которые влияют на результат эксперимента.</li> <li>- План эксперимента — схема проведения эксперимента, включающая выбор факторов и их уровней, а также порядок проведения опытов.</li> <li>- Методы оптимизации эксперимента.</li> <li>- Основные понятия и определения.</li> <li>- Полный факторный эксперимент.</li> <li>- Дробный факторный эксперимент.</li> <li>- Детерминированные математические модели.</li> <li>- G-оптимальные планы.</li> <li>- Ротабельные планы.</li> <li>- Униформ-ротабельные планы.</li> <li>- D-оптимальные планы.</li> <li>- Ортогональные планы.</li> <li>- Аналитические методы оптимизации.</li> <li>- Методы математического программирования.</li> <li>- Методы оптимизации эксперимента на практике.</li> </ul> |
| 14       | <p><b>Основы теории подобия и моделирования.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Подобие явлений.</li> <li>- Критерии подобия.</li> <li>- Моделирование, воспроизведение в уменьшенном масштабе физических явлений или процессов для изучения их свойств и закономерностей.</li> <li>- Математическая модель как система уравнений, описывающая связи между переменными, характеризующими изучаемое явление или процесс.</li> <li>- Планирование эксперимента, выбор оптимальных условий проведения эксперимента для получения достоверных и точных результатов.</li> <li>- Критерии подобия и их использование для моделирования явлений.</li> <li>- Математическое моделирование и его применение в планировании эксперимента.</li> <li>- Планирование эксперимента и выбор оптимальных условий проведения опытов.</li> <li>- Примеры применения теории подобия и моделирования в различных областях науки и техники.</li> </ul>                                                                                           |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15       | <p>Анализ временных рядов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Временной ряд как последовательность значений, протекающих и измеряемых в определённом временном промежутке.</li> <li>- Компоненты временного ряда: тренд, сезонность, цикличность и случайные колебания.</li> <li>- Регулярные и нерегулярные временные ряды.</li> <li>- Детерминированные, недетерминированные и стационарные временные ряды.</li> <li>- Тренд, сезонность и цикличность как основные компоненты временного ряда.</li> <li>- Стационарность как ключевое свойство ряда для анализа.</li> <li>- Тесты для проверки стационарности.</li> <li>- Критерий Дики–Фуллера или KPSS.</li> <li>- Процедура анализа временных рядов.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 16       | <p>Анализ многомерных данных.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Многомерный анализ данных (Multi-dimensional Data Analysis) — методология анализа данных с учётом нескольких измерений или атрибутов одновременно.</li> <li>- Измерения, оси куба данных, представляющие различные аспекты анализа, например время, продукт, регион.</li> <li>- Атрибуты и конкретные значения, связанные с каждым измерением.</li> <li>- Иерархии и организация данных в более детальном и обобщённом виде.</li> <li>- Многомерные кубы (OLAP-кубы) — структуры данных для организации многомерных данных для анализа.</li> <li>- Реляционные базы данных.</li> <li>- Матрицы данных.</li> <li>- Многомерные модели данных.</li> <li>- Методы анализа многомерных данных.</li> <li>- Анализ главных компонент (PCA) — метод уменьшения размерности для преобразования многомерных данных в пространство меньшей размерности с сохранением дисперсии.</li> <li>- Факторный анализ — исследование базовой структуры данных путём выявления скрытых факторов, объясняющих корреляции между переменными.</li> <li>- Кластерный анализ — группировка сходных точек данных или объектов на основе их сходства или несходства.</li> <li>- Многомерное шкалирование — метод визуализации многомерных данных для исследования их структуры и взаимосвязей.</li> </ul> |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы             |
|----------|----------------------------------------|
| 1        | Подготовка к практическим занятиям     |
| 2        | Изучение дополнительной литературы.    |
| 3        | Выполнение курсового проекта.          |
| 4        | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 5        | Подготовка к текущему контролю.        |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Этапы возникновения, становления и развития функционально-структурного анализа в России и за рубежом. Проблемы применения.

2. Особенности использования функционально-структурного анализа применительно к недетерминированным системам.

3. Факторы, влияющие на эффективность функционирования организационных структур объектов транспортного и строительного комплекса .

4. Проблемы эффективного функционирования систем транспортного и строительного комплекса.

5. Особенности технологии сбора, анализа и оценки информации при проведении функционально-стоимостного анализа объектов транспортного и строительного комплекса.

6. Методические основы построения функционально-структурных и процессных моделей экономических систем транспортного и строительного комплекса.

7. Различные методики проведения, анализа, оценки и использования результатов функционально-структурного анализа объектов транспортного и строительного комплекса.

8. Проблемы организации функционально-структурного анализа объектов транспортного и строительного комплекса анализа сегодня.

9. Проблемы внедрения результатов функционально-структурного анализа в организациях транспортного и строительного комплекса.

10. Функционально-системный анализ как инструмент управления производственно-хозяйственной деятельностью организации объектов транспортного и строительного комплекса.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| №<br>п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                          | Место доступа                                                                                                                                                                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Организация и математическое планирование эксперимента : учебное пособие / Ю.В. Юдин, М.В. Майсурадзе, Ф.В. Водолазский. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 124 с. ISBN 978-5-7996-2486-6 | <a href="https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/65224/1/978-5-7996-2486-6_2018.pdf?ysclid=m96pra5ods959476053">https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/65224/1/978-5-7996-2486-6_2018.pdf?ysclid=m96pra5ods959476053</a> |
| 2        | Ремизова И.В. Планирование эксперимента при разработке систем управления: практикум                                                                                                                 | <a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1614867535.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1614867535.pdf</a>                                                                                     |

|                                                                        |  |
|------------------------------------------------------------------------|--|
| /ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.,<br>2020. Часть 1. – 52 с. - УДК 62-<br>5 (075) |  |
|------------------------------------------------------------------------|--|

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система

Научно-технической библиотеки МИИТ.

<http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

Поисковые системы: Yandex, Mail.

Облачные хранилища информации: Яндекс диск <https://disk.yandex.ru>, облако mail.ru, dropbox.com или другие.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Windows 7, Microsoft Office 2013

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и семинарского типа

Мультимедийное оборудование:

Компьютер

Проектор

Интерактивная доска

Мультимедийный проектор

Настенный экран

Поворотная доска двухсторонняя и вращающаяся

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект во 2 семестре.

Экзамен во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Строительный контроль и  
управление качеством»

И.С. Кравчук

Согласовано:

Заведующий кафедрой СКиУК

М.Ф. Гуськова

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова