

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение вычислительных машин, систем и компьютерных сетей**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Факультет систем управления (ФСУ)**

Кафедра: **Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 | часов |
| Самостоятельная работа | 90 | 90 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Экзамен | 2 |

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение современных методов экспериментальных научных исследований и, в частности, методов планирования экспериментов.
2. Изучение методов обработки результатов экспериментальных научных исследований и владение навыками их проведения.

1.2. Задачи дисциплины

1. Знакомство студентов с различными современными методами экспериментальных научных исследований, в том числе с методами планирования экспериментов, базирующихся на достижениях в области прикладной математики, информатики и вычислительной техники, их результатами и перспективами.
2. Развитие у студентов умения по применению методов планирования экспериментов, обработке их результатов и владения навыками их проведения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (hard skills – HS).

Индекс дисциплины: Б1.О.02.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|-----------------------------------|---|
| Универсальные компетенции | | |
| - | - | - |
| Общепрофессиональные компетенции | | |

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте | ОПК-1.1. Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности | Знает математические методы планирования эксперимента для использования в профессиональной деятельности. |
| | ОПК-1.2. Умеет самостоятельно решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний | Умеет самостоятельно решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением знания математических методов планирования эксперимента. |
| | ОПК-1.3. Владеет методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, для решения задач профессиональной деятельности | Владеет методами экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, для решения задач профессиональной деятельности. |
| ОПК-3. Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями | ОПК-3.1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации | Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации на основе методов планирования экспериментов. |
| | ОПК-3.2. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров | Умеет анализировать профессиональную информацию и выделять в ней закономерности, структурировать, оформлять и представлять её в виде аналитических обзоров. |
| | ОПК-3.3. Владеет методами подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями | Владеет методами подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованием выводов. |

| | | |
|--|--|---|
| ОПК-4. Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований | ОПК-4.1. Знает общие принципы исследований, методы проведения исследований | Знает общие принципы и методы проведения экспериментальных научных исследований. |
| | ОПК-4.2. Умеет формулировать принципы исследований, находить, сравнивать, оценивать методы исследований | Умеет формулировать принципы экспериментальных научных исследований, находить, сравнивать, оценивать методы экспериментальных научных исследований. |
| | ОПК-4.3. Владеет методами проведения исследований для решения практических задач профессиональной деятельности | Владеет методами подготовки научных докладов, публикаций и аналитических обзоров с обоснованием выводов. |
| Профессиональные компетенции | | |
| - | - | - |

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|-----------|
| | | 2 семестр |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 54 | 54 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего | 90 | 90 |
| Подготовка к тестированию | 48 | 48 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 42 | 42 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость (в часах) | 180 | 180 |
| Общая трудоемкость (в з.е.) | 5 | 5 |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| | | | | | |
| 1 Основные положения теории планирования эксперимента. | 1 | 2 | 5 | 8 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| 2 Планы первого порядка. | 2 | 8 | 20 | 30 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |

| | | | | | |
|--|----|----|----|-----|---------------------|
| 3 Обработка результатов эксперимента. | 2 | 10 | 30 | 42 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| 4 Планирование второго порядка. | 2 | 12 | 20 | 34 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| 5 Поиск оптимальной области. | 3 | - | 3 | 6 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| 6 Планирование отсеивающих экспериментов. | 2 | - | 3 | 5 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| 7 Планирование эксперимента при выяснении механизма явлений. | 1 | - | 1 | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| 8 Исследование объектов методами дисперсионного анализа. | 3 | 4 | 6 | 13 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| 9 Анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы. | 2 | - | 2 | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| Итого за семестр | 18 | 36 | 90 | 144 | |
| Итого | 18 | 36 | 90 | 144 | |

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|--|--|--------------------------------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 1 Основные положения теории планирования эксперимента. | 1.1 Основные понятия и определения. 1.2 Математические модели объекта исследования. 1.3 Основные методологические концепции теории эксперимента. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Планы первого порядка. | 2.1 Принятие решений перед планированием эксперимента. 2.2 Полный факторный эксперимент. 2.3 Свойства полного факторного эксперимента типа 2 в степени n. 2.4 Эффект фактора и эффекты взаимодействия. 2.5 Дробные реплики. 2.6 Разрешающая способность дробных реплик. 2.7 Симплексные планы. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |

| | | | |
|---|--|---|---------------------|
| 3 Обработка результатов эксперимента. | 3.1 Вычисление коэффициентов регрессии. 3.2 Проверка однородности выборочных дисперсий. 2.3 Проверка адекватности модели. 2.4 Проверка значимости коэффициентов регрессии. 3.5 Интерпретация результатов. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Планирование второго порядка. | 4.1 Ортогональное планирование второго порядка. 4.2 Ротатабельное планирование. 4.3 Разбиение на ортогональные блоки. 4.4 Критерии оптимальности планов регрессионного анализа. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Поиск оптимальной области. | 5.1 Введение в оптимизацию. 5.2 Метод Гаусса-Зейделя. 5.3 Метод крутого восхождения. 5.4 Числовой пример с использованием метода крутого восхождения. 5.5 Исследование уравнения регрессии второго порядка. 5.6 Адаптационная оптимизация технологических процессов. | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 3 | |
| 6 Планирование отсеивающих экспериментов. | 6.1 Вводные замечания. 6.2 Метод случайного баланса. 6.3 К обоснованию метода случайного баланса. 6.4 Последовательное отсеивание. 6.5 Метод «ветвящейся стратегии». | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |

| | | | |
|--|--|----|---------------------|
| 7 Планирование эксперимента при выяснении механизма явлений. | 7.1 Возможные постановки задач планирования эксперимента. 7.2 Планирование эксперимента по определению или уточнению оценок неизвестных параметров. 7.3 Планирование дискриминирующих экспериментов. 7.4 Общая схема последовательного планирования экспериментов. | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| 8 Исследование объектов методами дисперсионного анализа. | 8.1 Задача дисперсионного анализа. 8.2 Однофакторный дисперсионный анализ. 8.3 Многофакторный дисперсионный анализ. 8.4 Проверка гипотезы о равенстве средних. 8.5 Рандомизация с ограничениями: неполноблочный сбалансированный план; латинский квадрат; греко-латинский квадрат. | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 3 | |
| 9 Анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы. | 9.1 О выделении доминирующих факторов при пассивном эксперименте. 9.2 Метод главных компонент. 9.3 Факторный анализ. 9.4 Дискриминантный анализ. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 2 семестр | | | |
| 1 Основные положения теории планирования эксперимента. | Основные понятия теории планирования эксперимента, математические модели объекта исследования, методологические концепции, внесенные в теорию эксперимента математической статистикой. | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Планы первого порядка. | 1. Принятия решений перед планированием эксперимента; планы первого порядка: полный факторный эксперимент, дробные реплики и их разрешающая способность, симплексный план. 2. Моделирование объектов исследования (управления), описываемых уравнениями в виде полиномов не выше 2-го порядка. | 8 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Обработка результатов эксперимента. | 1. Статистические методы оценивания экспериментальных данных. 2. Исследование объектов методами полного факторного эксперимента. 3. Исследование объектов методами дробного факторного эксперимента. | 10 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 10 | |

| | | | |
|--|--|----|---------------------|
| 4 Планирование второго порядка. | 1. Способы построения ортогональных и ротатабельных планов второго порядка и особенности их статистической обработки. 2. Методы планирования экспериментов для получения полной квадратической модели объекта (ортогональные и ротатабельные планы второго порядка). | 12 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 12 | |
| 8 Исследование объектов методами дисперсионного анализа. | Методы дисперсионного анализа. | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|--|--|-----------------|-------------------------|---------------------|
| 2 семестр | | | | |
| 1 Основные положения теории планирования эксперимента. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 5 | | |
| 2 Планы первого порядка. | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Обработка результатов эксперимента. | Подготовка к тестированию | 15 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 15 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 30 | | |

| | | | | |
|--|--|-----|---------------------|---------------------|
| 4 Планирование второго порядка. | Подготовка к тестированию | 10 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 5 Поиск оптимальной области. | Подготовка к тестированию | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 6 Планирование отсеивающих экспериментов. | Подготовка к тестированию | 3 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 7 Планирование эксперимента при выяснении механизма явлений. | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 1 | | |
| 8 Исследование объектов методами дисперсионного анализа. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 6 | | |
| 9 Анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы. | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 90 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 126 | | |

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | Формы контроля |
|-------------------------|---------------------------|-----------|-----------|--|
| | Лек. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ОПК-3 | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ОПК-4 | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|--|---|---|------------------|
| 2 семестр | | | | |
| Лабораторная работа | 15 | 15 | 5 | 35 |
| Тестирование | 15 | 15 | 5 | 35 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 10 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 70 | 100 |

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---------------------------------|--|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 65 – 69 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 60 – 64 | E (посредственно) |
| | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Решетников М.Т. Планирование эксперимента и статистическая обработка данных : Учебное пособие для вузов / Михаил Терентьевич Решетников; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2000. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.).

2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 164 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/493106>.

7.2. Дополнительная литература

1. Кориков А.М. Методы планирования эксперимента: учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2021. - 200 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.).
2. Основы теории эксперимента: учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева, А. С. Проскурин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 180 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/495429>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 495 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/508082>.
2. Методы планирования эксперимента: Лабораторный практикум / А. М. Кориков - 2022. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10520>.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 401 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Деро;

- Системный блок iRU Corp MT312 P G4620 3.7ГГц/4Гб RAM/500Гб;
- HDD/WiFi (15 шт.);
- Монитор BenQ GL2250 (15 шт.);
- Проектор Acer X125H DLP;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Java;
- Microsoft Excel Viewer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля

и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|--|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1 Основные положения теории планирования эксперимента. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Планы первого порядка. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Обработка результатов эксперимента. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Планирование второго порядка. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Поиск оптимальной области. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Планирование отсеивающих экспериментов. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Планирование эксперимента при выяснении механизма явлений. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Исследование объектов методами дисперсионного анализа. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

| | | | |
|--|---------------------|--------------|-------------------------------------|
| 9 Анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы. | ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|----------------------------|--|---|---|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|----------------------------|--|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне ориентирования , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |

| | |
|-------------|--|
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Математическая статистика внесла концепцию случая (рандомизации) в эксперимент, т.е. заставила исследователя искусственно создавать случайную ситуацию в эксперименте. Выберите правильный ответ из следующих вариантов: а) концепцию рандомизации всегда можно реализовать в полном объеме в эксперименте; б) концепцию рандомизации нельзя реализовать в полном объеме в эксперименте; в) концепцию рандомизации не всегда можно реализовать в полном объеме в эксперименте.
2. Математическая статистика внесла концепцию последовательного эксперимента в эксперимент. Выберите правильный ответ из следующих вариантов: а) согласно этой концепции, при проведении эксперимента необходимо использовать оптимальную стратегию; б) согласно этой концепции, при проведении эксперимента необходимо использовать рациональную стратегию; в) согласно этой концепции, при проведении эксперимента необходимо использовать последовательную, шаговую стратегию.
3. Математическая статистика внесла концепцию оптимального использования пространства независимых переменных в эксперимент. Выберите правильный ответ из следующих вариантов: а) согласно этой концепции, при проведении эксперимента необходимо оперировать факторами последовательно так, чтобы каждый отклик объекта вычислять по результатам последовательных опытов, проведенных в данной серии экспериментов; б) согласно этой концепции, при проведении эксперимента необходимо оперировать факторами пошагово так, чтобы каждый отклик объекта вычислять по результатам двух последовательных опытов, проведенных в данной серии экспериментов; в) согласно этой концепции, при проведении эксперимента необходимо оперировать всеми факторами одновременно так, чтобы каждый отклик объекта вычислять по результатам всех опытов, проведенных в данной серии экспериментов.
4. Критерий ортогональности планов широко используется в теории эксперимента. Выберите правильный ответ для критерия ортогональности из следующих вариантов: а) для ортогонального планирования линии равной дисперсии предсказания функции отклика объекта расположены на гиперсферах; б) с геометрической точки зрения ортогональный оптимальный план минимизирует объем эллипсоида рассеивания оценок коэффициентов регрессии; в) для ортогональных планов эллипсоид рассеивания оценок коэффициентов регрессии ориентирован таким образом, что направления его главных осей совпадают с направлениями координатных осей в пространстве оценок этих коэффициентов.
5. Критерий D-оптимальности планов широко используется в теории эксперимента. Выберите правильный ответ для критерия D-оптимальности из следующих вариантов: а) D-оптимальный план обеспечивает минимальные оценки коэффициентов регрессии; б) D-оптимальный план обеспечивает равные дисперсии предсказания функции отклика объекта на равных расстояниях от центра плана; в) D-оптимальный план минимизирует обобщенную дисперсию оценок коэффициентов регрессии.
6. Критерий A-оптимальности планов известен и используется в теории эксперимента. Выберите правильный ответ для критерия A-оптимальности из следующих вариантов: а) A-оптимальный план минимизирует максимальную ось эллипсоида рассеивания; б) A-оптимальный план минимизирует максимальную дисперсию предсказания отклика у по уравнению регрессии в области планирования; в) A-оптимальный план минимизируют

- среднюю дисперсию предсказания функции отклика в области планирования; г) А-оптимальный план минимизирует сумму оценок коэффициентов уравнения регрессии.
- Пусть объект имеет четыре входа, т.е. определяется четырьмя факторами. Планирование выполнено на основе полуреплики с генерирующим соотношением $x_4 = x_1 x_2 x_3$. Были рассчитаны коэффициенты регрессии, проверена их значимость и адекватность линейной модели, которая оказалось неадекватной. Какое из трех следующих решений целесообразно принять: а) построить новый план, уменьшив интервалы варьирования. Это даст возможность избавиться от эффектов взаимодействия и, возможно, сделать линейное приближение адекватным; б) достроить линейный план до плана второго порядка; в) достроить полуреплику до полного факторного эксперимента с тем, чтобы освободить линейные эффекты от смешивания с тройными взаимодействиями.
 - При проведении дискриминирующего эксперимента возникают ошибки первого рода и второго рода. Выберите правильный ответ для определения вероятности ошибки первого рода из следующих вариантов: а) вероятность ошибки первого рода – это вероятность принятия неверной гипотезы; б) вероятность ошибки первого рода – это вероятность отказа от принятия неверной гипотезы; в) вероятность ошибки первого рода – это вероятность отвергнуть нуль-гипотезу, когда она верна.
 - Почему план в виде греко-латинского квадрата с тремя уровнями не осуществим. Выберите правильный ответ для этого объяснения из следующих вариантов: а) невозможно подобрать комбинацию двух ортогональных квадратов для осуществления такого греко-латинского квадрата; б) невозможно осуществить такой греко-латинский квадрат, так как эта задача относится к задаче Л. Эйлера; в) невозможно осуществить такой греко-латинский квадрат, так как невозможно выполнить дисперсионный анализ для статистической оценки влияния факторов.
 - На каких предположениях базируется анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы? Выберите правильный ответ из следующих вариантов: а) анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы основан на нормальном законе распределения данных эксперимента; б) анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы базируется на линейных моделях данных эксперимента; в) анализ результатов пассивного эксперимента с помощью ковариационной матрицы базируется на линейных моделях и нормальном законе распределения данных эксперимента.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

- Основные требования к факторам при проведении активного эксперимента.
- Свойства полного факторного эксперимента.
- Разрешающая способность дробных реплик.
- Обработка результатов факторного эксперимента.
- ЦКП второго порядка.
- Исследование уравнения регрессии второго порядка.
- Греко-латинский квадрат (пример).

9.1.3. Темы лабораторных работ

- Основные понятия теории планирования эксперимента, математические модели объекта исследования, методологические концепции, внесенные в теорию эксперимента математической статистикой.
1. Принятия решений перед планированием эксперимента; планы первого порядка: полный факторный эксперимент, дробные реплики и их разрешающая способность, симплексный план. 2. Моделирование объектов исследования (управления), описываемых уравнениями в виде полиномов не выше 2-го порядка.
1. Статистические методы оценивания экспериментальных данных. 2. Исследование объектов методами полного факторного эксперимента. 3. Исследование объектов методами дробного факторного эксперимента.
1. Способы построения ортогональных и ротатабельных планов второго порядка и особенности их статистической обработки. 2. Методы планирования экспериментов для

получения полной квадратической модели объекта (ортогональные и ротатбельные планы второго порядка).

5. Методы дисперсионного анализа.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ
протокол № 1 от «24» 1 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|-------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. АСУ | В.В. Романенко | Согласовано, c3e2018f-3231-48c3- b093-89b6f5342191 |
| Заведующий обеспечивающей каф. АСУ | В.В. Романенко | Согласовано, c3e2018f-3231-48c3- b093-89b6f5342191 |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73 |

ЭКСПЕРТЫ:

| | | |
|-------------------------------|----------------|--|
| Доцент, каф. АСУ | А.И. Исакова | Согласовано, 79bf1038-9d22-4279- a1e8-7806307b7f82 |
| Заведующий кафедрой, каф. АСУ | В.В. Романенко | Согласовано, c3e2018f-3231-48c3- b093-89b6f5342191 |

РАЗРАБОТАНО:

| | | |
|---------------------|--------------|--|
| Профессор, каф. АСУ | А.М. Корилов | Разработано, 9e8ba22e-f8dc-42a7- a705-2441d49ffeee |
|---------------------|--------------|--|