

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета компьютерных
систем и информационных технологий

Кочевский А.А.

04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория эксперимента в исследованиях систем»

по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника

магистерская программа «Мехатронные и робототехнические системы»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория эксперимента в исследованиях систем» по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника. – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория эксперимента в исследованиях систем» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 г. № 1023, зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 28 августа 2020 года № 59548, учебного плана по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистерская программа «Мехатронные и робототехнические системы») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры информационных и управляющих систем
Шульгин С.К.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем
18 апреля 2023 года, протокол № 15.

Заведующий кафедрой

информационных и управляющих систем _____



Горбунов А.И.

Переутверждена: « ____ » _____ 20 ____ г., протокол № _____

Согласована:

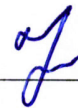
Декан факультета компьютерных систем и
информационных технологий _____



Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета
компьютерных систем и информационных технологий _____



Ветрова Н. Н.

© Шульгин К.С., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Дисциплина «Теория эксперимента в исследованиях систем» представляет собой изложение основных положений математической теории планирования эксперимента и статистического анализа, необходимых для практического использования в разных областях инженерной деятельности, в частности, связанных с построением робототехнических систем.

Цель изучения дисциплины – дать студенту необходимый объем теоретических знаний, практических умений и навыков в области планирования и обработки результатов эксперимента.

Задачи изучения дисциплины: знакомство с моделями и методами планирования экспериментов, методами обработки экспериментальных данных, построением моделей сложных систем и процессов, оценкой качества моделей, используемых в задачах управления; разработка и исследование экспериментальных моделей объектов; постановка и проведение экспериментов по заданной методике, и анализ результатов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Теория эксперимента в исследованиях систем» входит в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика» в объеме подготовки бакалавра по направлению 15.03.06, «Современные методы вычислительной математики в решении задач мехатроники и робототехники».

Результаты дисциплины используются при написании магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Теория эксперимента в исследованиях систем», должны **знать:**

- основные положения теории планирования экспериментов
- особенности экспериментальных исследований
- применение полного и дробного факторного эксперимента при исследовании объектов управления.
- свойства униформ-ротатбельных планов
- композиционные планы Бокса и Уильсона
- метод неопределенных множеств Лагранжа.
- методы построения регрессионных моделей на основе обработки статистических данных.

- особенности применения методов регрессионного анализа для планирования промышленного эксперимента
- математическое описание дрейфующих объектов
- методы построения регрессионных моделей с применением компонентного и факторного анализа
- методы решения систем линейных уравнений
- методы решения систем рекурсивных уравнений
- косвенный метод наименьших квадратов
- методы построения моделей временных рядов на основе структурирования процессов

уметь:

- планировать регрессионный эксперимент
- рассчитывать коэффициенты регрессии
- использовать статистические критерии для оценки значимости коэффициентов и адекватности полученной математической модели
- приводить уравнение регрессии к канонической форме
- проверять адекватность модели регрессии
- вычислять точечный и интервальный прогноз поведения исследуемого объекта
- рассчитывать временные параметры промышленного эксперимента
- уметь оценивать случайную компоненту статистического ряда

владеть:

- навыками постановки эксперимента, определения области планирования эксперимента, составления матриц планирования полного факторного эксперимента
- навыками оптимизации процессов методом крутого восхождения, используя факторное планирование, регрессионный анализ и движение по градиенту
- навыками проведения регрессионного анализа при ротатбельном планировании второго порядка
- навыками исследования почти стационарной области, описываемой уравнением регрессионного второго порядка
- навыками применения текущего регрессионного анализа для построения регрессионных моделей нестационарных объектов
- навыками применения дисперсионного анализа для оценки влияния качественного фактора на определенный показатель

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (ОПОП ВО):

общефессиональных:

ОПК-2.1: Знать современное программное обеспечение; законы и методы накопления, передачи и обработки информации с помощью компьютерных технологий; алгоритмы решения задач.

ОПК-2.2: Уметь применять средства информационных технологий для поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации; реализовывать алгоритмы с использованием программных средств.

ОПК-4.1: Знать современные информационные технологии и программные средства, относящиеся к задачам профессиональной деятельности.

ОПК-4.2: Уметь эффективно использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов и объектов профессиональной деятельности.

ОПК-4.3: Владеть методами и методиками моделирования технологических процессов профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий и программных средств.

ОПК-13.1: Знать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем.

ОПК-13.2: Уметь формировать модели и методы исследования мехатронных и робототехнических систем с учетом законов естественных наук и математики.

ОПК-13.3: Владеть навыками использования основных положений, законов и методов естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем.

профессиональных:

ПК-2.1: Знать методы планирования, проведения, обработки и анализа эксперимента.

ПК-2.2: Уметь составлять математические модели объектов мехатроники, робототехники и комплексной автоматизации производственных процессов, проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов и программного обеспечения.

ПК-2.3: Владеть навыками физического, математического и цифрового моделирования, вычислительного эксперимента, анализа и обработки результатов эксперимента, организации научно-исследовательской деятельности в области создания объектов робототехники и автоматизированных систем машиностроительного производства.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	180 (5 з.е.)	-	180 (5 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	80	-	80
Лекции	32	-	6
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	48	-	10
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	64	-	155
Форма аттестации	экзамен	-	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Место планирования экспериментов в исследовании систем

Основные направления в теории планирования экспериментов, понятие эксперимента. Основы теории планирования эксперимента. Задача поиска математической модели. Априорная информация. Особенности экспериментальных исследований. Регрессионный эксперимент.

Тема 2. Полный факторный эксперимент и дробные реплики

Планирование эксперимента, назначение. Свойства полного факторного эксперимента. Составление матрицы планирования эксперимента. Свойства матрицы планирования. Выбор уровней факторов в эксперименте. Расчет параметров модели и оценка их значимости. Оценка адекватности линейной модели. Дробный факторный эксперимент и его назначение. Понятия генерирующего соотношения и определяющего контракта, их назначение. Выбор реплики.

Тема 3. Крутое восхождение по поверхности отклика

Движение по градиенту. Определение градиента функции отклика. Выбор шага движения по градиенту. Мысленный опыт и алгоритмы его реализации. Эффективное движение по градиенту. Крутое восхождение по поверхности отклика. Возможные исходы при крутом восхождении. Учет временного дрейфа.

Тема 4. Ротатабельное планирование второго порядка

Композиционный план второго порядка. Обеспечение равномерности распределения информации в уравнении функции отклика. Свойства униформ-ротатабельных планов. Расположение точек ротатабельного центрального композиционного плана. Композиционные планы Бокса и Уильсона. Уровни варьирования факторов в РЦКП Бокса. Звездное плечо, величина и количество.

Тема 5. Исследование почти стационарной области

Задача поиска оптимальных условий протекания процесса. Требования к математической модели, параметру оптимизации и факторным переменным. Исследование почти стационарной области. Применение нелинейной модели. Поиск оптимума методом нелинейного программирования. Приведение уравнения регрессии к канонической форме. Канонический анализ уравнения регрессии. Виды поверхностей и особенности их анализа. Отыскание условного экстремума при наличии нескольких поверхностей отклика. Метод неопределенных множеств Лагранжа.

Тема 6. Множественный регрессионный анализ

Области применения модели регрессии. Мультиколлинеарность факторных переменных при регрессионном анализе. Оценка значимости коэффициентов модели регрессии. Проверка адекватности модели регрессии. Оценка качества модели регрессии. Оценка влияния отдельных факторов на зависимую переменную. МНК. Прогнозирование поведения исследуемого объекта. Точечный и интервальный прогноз

Тема 7. Особенности планирования промышленного эксперимента

Продолжительность экспериментов и интервал съема данных. Погрешность регистрации данных и коэффициент детерминации модели регрессии. Влияние ошибки измерения независимых переменных на коэффициенты уравнения регрессии. Влияние числа опытов на дисперсию коэффициентов регрессии. Уменьшения влияния погрешностей измерения независимых переменных на точность модели регрессии.

Тема 8. Рекуррентные алгоритмы построения математического описания дрейфующих объектов.

Причины неконтролируемых изменение характеристик объекта во времени. Соотношение времени изменения параметров дрейфующих объектов с процессом изменения контролируемых переменных. Постановка задачи построения математического описания дрейфующего объекта и описание метода решения. Связь с задачами

фильтрации. Алгоритм вычисления оценок $B(n+\alpha)$ в рекуррентной форме. Длительность переходного процесса при оценке параметров модели.

Тема 9. Метод текущего регрессионного анализа

Метод текущего регрессионного анализа. Рекуррентный алгоритм вычисления параметров модели дрейфующего объекта.

Тема 10. Методы анализа больших систем.

Методы анализа больших систем. Решение задач на основе статистических данных. Матрицы ковариации и корреляции, применение.

Тема 11. Компонентный и факторный анализы

Компонентный анализ. Условия проведения. Факторный анализ. Применение.

Тема 12. Системы линейных уравнений

Системы линейных уравнений. Особенности системы независимых уравнений. Методы решения. Особенности системы рекурсивных уравнений. Методы решения. Особенности системы взаимозависимых уравнений. Методы решения. Структурные формы модели системы взаимозависимых уравнений. Косвенный метод наименьших квадратов.

Тема 13. Дисперсионный анализ

Назначение дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Формулировка нулевой гипотезы. Оценка факторной суммы квадратов. Оценка остаточной суммы квадратов. Двухфакторный дисперсионный анализ. Основное тождество дисперсионного анализа для случая двухфакторного анализа. Проверка значимости расхождений. Оценка влияния факторов А и В на результативный признак.

Тема 14. Модели временных рядов

Модели временных рядов. Модель аддитивного случайного процесса, интерпретация ее компонент. Трендовая и периодическая составляющая во временном ряду, аппроксимация. Оценка случайной компоненты временного ряда. Оценка точности модели временного ряда.

Тема 15. Статистические оценки взаимосвязи временных рядов

Проверка предпосылок МНК. Статистические оценки взаимосвязи двух временных рядов. Коинтеграции анализируемых временных рядов. Обобщенный метод наименьших квадратов. Влияние циклических колебаний в исходных данных.

Тема 16. Прогнозирование временных рядов

Основное содержание прогнозирования процессов. Методы прогнозирования временных рядов. Прогнозирование по среднему абсолютному изменению уровня ряда динамики. Прогнозирование по аналитическим временным функциям и корреляционным зависимостям. Прогнозирование по среднему значению уровня ряда динамики. Оценка адекватности и точности трендовых моделей прогноза. Зависимость точности прогнозирования от интервала упреждения.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Место планирования экспериментов в исследовании систем	2	-	0,5
2	Полный факторный эксперимент и дробные реплики	2	-	0,5
3	Крутое восхождение по поверхности отклика	2	-	-
4	Ротатабельное планирование второго порядка	2	-	-
5	Исследование почти стационарной области	2	-	-
6	Множественный регрессионный анализ	2	-	0,5
7	Особенности планирования промышленного эксперимента	2	-	0,5
8	Рекуррентные алгоритмы построения математического описания дрейфующих объектов	2	-	0,5
9	Метод текущего регрессионного анализа	2	-	0,5
10	Методы анализа больших систем.	2	-	0,5
11	Компонентный и факторный анализы	2	-	0,5
12	Системы линейных уравнений	2	-	-
13	Дисперсионный анализ	2	-	0,5
14	Модели временных рядов	2	-	0,5
15	Статистические оценки взаимосвязи временных рядов	2	-	0,5
16	Прогнозирование временных рядов	2	-	0,5
Итого:		32	-	6

4.4. Практические (семинарские) занятия

Не предусмотрены

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Полный факторный эксперимент	4	-	1
2	Дробный факторный эксперимент	4	-	1

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
3	Крутое восхождение по поверхности отклика	4	-	1
4	Регрессионный анализ при ротатабельном планировании второго порядка	4	-	1
5	Исследование почти стационарной области	4	-	1
6	Множественный регрессионный анализ	6	-	1
7	Математическое описание дрейфующего объекта. Метод текущего регрессионного анализа	6	-	1
8	Компонентный анализ	4	-	1
9	Анализ временных рядов	6	-	1
10	Прогнозирование временных рядов	6	-	1
Итого:		48	-	10

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Место планирования экспериментов в исследовании систем	работа с литературой, выполнение расчетов, подготовка отчетов	4	-	5
2	Полный факторный эксперимент и дробные реплики	работа с литературой, выполнение расчетов,	4	-	8
3	Крутое восхождение по поверхности отклика	подготовка отчетов	4	-	8
4	Ротатабельное планирование второго порядка	работа с литературой, выполнение расчетов,	4	-	12
5	Исследование почти стационарной области	подготовка отчетов	4	-	8
6	Множественный регрессионный анализ	работа с литературой, выполнение расчетов,	4	-	8
7	Особенности планирования промышленного эксперимента	подготовка отчетов	4	-	12
8	Рекуррентные алгоритмы построения математического описания дрейфующих объектов	работа с литературой, выполнение расчетов,	4	-	12
9	Метод текущего регрессионного анализа	подготовка отчетов	4	-	8
10	Методы анализа больших систем.	работа с литературой,	4	-	10

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
		выполнение расчетов,			
11	Компонентный и факторный анализы	подготовка отчетов	4	-	10
12	Системы линейных уравнений	работа с литературой, выполнение расчетов,	4	-	8
13	Дисперсионный анализ	подготовка отчетов	4	-	12
14	Модели временных рядов	работа с литературой, выполнение расчетов,	4	-	10
15	Статистические оценки взаимосвязи временных рядов	подготовка отчетов	4	-	12
16	Прогнозирование временных рядов	работа с литературой, выполнение расчетов,	4	-	12
Итого:			64	-	155

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и

которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия в следующих формах:

- лабораторные работы;
- защита результатов практических занятий (устная форма).

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы контроля, позволяющие оценить результаты промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточный контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме экзамена, который включает в себя ответ на теоретические вопросы.

Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Лопатин В.Ю., Организация и планирование эксперимента : практикум / В.Ю. Лопатин, В.Н. Шуменко. - М. : МИСиС, 2010. - 83 с. - ISBN 978-5-87623-384-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233844.html> (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Лопатин В.Ю., Организация эксперимента. Симплексное планирование : учеб. пособие / В.Ю. Лопатин, В.Н. Шуменко - М. : МИСиС, 2010. - 46 с. - ISBN 978-5-87623-404-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876234049.html> (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Медведев П.В., Математическое планирование эксперимента : учебное пособие / Медведев П.В. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 97 с. - ISBN 978-5-7410-1759-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017593.html> (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.

4. Порсев Е.Г., Организация и планирование экспериментов : учеб. пособие / Порсев Е.Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 155 с. - ISBN 978-5-7782-1461-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778214613.html> (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература

1. Сидняев Н.И., Введение в теорию планирования эксперимента : учеб. пособие / Н.И. Сидняев, Н.Т. Вилисова - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 463 с. - ISBN 978-5-7038-3365-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833650.html> (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Кулагина Т.А., Планирование и техника эксперимента : учеб. пособие / Кулагина Т. А. - Красноярск : СФУ, 2017. - 56 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/sfu002.html> (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Степанов П.Е., Планирование эксперимента : учеб. метод. пособие / П.Е. Степанов. - М. : МИСиС, 2017. - 22 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_230.html (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Прокошкин С.Д., Организация эксперимента. Планирование эксперимента в процессах ОМД : Метод, указания / С.Д. Прокошкин, Е.В. Никитин, В.А. Трусов, Б.М. Федосов - М. : МИСиС, 2003. - 39 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : http://www.studentlibrary.ru/book/Misis_200.html (дата обращения: 19.03.2023). - Режим доступа : по подписке.
5. Математическая теория планирования эксперимента [Текст] / под ред. С. М. Ермакова. - М. : Наука, 1983. - 392 с. - (Справочная мат. б-ка)
6. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных [Текст] / Н. Джонсон, Ф. Лион ; пер. с англ. под ред. Э. К. Лецкого. - М. : Мир, 1980. - 610 с. - Парал. тит. л. англ. - ISBN В пер. и другие издания.
7. Кендалл М. Многомерный статистический анализ и временные ряды [Текст] / М. Кендалл, А. Стьюарт ; пер. с англ: Э. Л. Пресмана, В. И. Ротаря; под ред.: А. Н. Колмогорова, Ю. В. Прохорова. - М. : Наука, 1976. - 736 с. - Парал. тит. л. англ.

в) методические указания

1. Конспект лекций по дисциплине «Теория эксперимента в исследованиях систем» для студентов по направлению подготовки «Мехатроника и робототехника» (электронное издание) / Составители: С.К.Шульгин, Д.О. Синепольский – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2023. – 96 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория эксперимента в исследованиях систем» для студентов по направлению подготовки «Мехатроника и робототехника» (электронное издание) / Составители: С.К.Шульгин, Д.О. Синепольский – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2023. – 109с.

г) Интернет-ресурсы

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
система		https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/