

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

«21» ___ 02 ___ 2023 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03

Методы и средства научных исследований в полиграфическом производстве

Учебный план: 2023-2024 29.03.03 ВШПМ ТПП ОО №1-1-22.plx

Кафедра: **47** Технологии полиграфического производства

Направление подготовки:
(специальность) 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

Профиль подготовки: Технология полиграфического производства
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
4	УП	17	34	54,75	2,25	3	Зачет, Курсовая работа
	РПД	17	34	54,75	2,25	3	
5	УП		34	47	27	3	Экзамен
	РПД		34	47	27	3	
Итого	УП	17	68	101,75	29,25	6	
	РПД	17	68	101,75	29,25	6	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства, утверждённым приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 960

Составитель (и):

кандидат химических наук, Доцент

Гнатюк Сергей Павлович

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой технологии полиграфического
производства

Груздева Ирина
Григорьевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Груздева Ирина
Григорьевна

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области основных методов и средств научных исследований, основанных на использовании системного подхода при анализе поведения различных систем, объектов процессов и явлений

1.2 Задачи дисциплины:

Привить навыки проведения грамотной оценки функционирования и свойств систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства с позиций системного подхода и системного анализа.

Ознакомить с принципами и особенностями использования аппаратных и программных средств на этапах получения, предварительной обработки и последующего анализа данных о поведении и свойствах систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства.

Ознакомить с методами предварительной обработки экспериментальной информации о функционировании и свойствах систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства.

Сформировать представление о современных подходах к корректной интерпретации результатов компьютерного эксперимента.

Развить навыки установления наличия, тесноты и формы связей между параметрами, факторами, переменными, характеризующими функционирование и свойств систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства.

Дать основы методологии проведения расчетных исследований для прогнозирования возможного изменения функционирования и свойств систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства по результатам регрессионного и корреляционного анализа.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Информационные технологии

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4 : Способен осуществлять проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции полиграфического производства.

Знать: принципы и особенности использования современных математических методов, аппаратных и программных средств вычислительной техники для анализа поведения процессов, объектов и систем различной природы с учетом их структурных и функциональных особенностей с целью корректной интерпретации результатов компьютерного эксперимента с позиций системного анализа и системного подхода в полиграфии

Уметь: использовать различные аппаратные и программные средства для анализа и прогнозирования поведения процессов, объектов и систем различной природы с учетом их структурных и функциональных особенностей для реализации подходов к корректной интерпретации результатов компьютерного эксперимента в полиграфии

Владеть: навыками использования различных аппаратных и программных средств для реализации компьютерного эксперимента с целью получения адекватного математического описания (математической модели), анализа и интерпретации поведения процессов, объектов и систем различной природы с учетом их структурных и функциональных особенностей

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Системы, принципы системного подхода и системного	4					
Тема 1. Необходимые составляющие, позволяющие сформировать область знания как науку. Системы. Структура, параметры (характеристики) систем. Свойства систем. Системный подход и принципы системного анализа		2		6,75		
Тема 2. Определение структуры математического описания систем любой природы на основании результатов системного анализа Практическое занятие. Предварительная обработка экспериментальной информации о функционировании и свойствах систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства		2	12	8	ИЛ	О
Раздел 2. Системы и их модели						
Тема 3. Системы и их модели. Типы моделей, методы их классификации, свойства моделей. Математические модели. Этапы создания моделей		2		8		
Тема 4. Детерминистический и стохастический (вероятностный, статистический, эмпирический, феноменологический, формальный) подходы к созданию математических моделей. Принципы создания математических моделей на основе детерминистического и стохастического подхода Практическое занятие. Оценка нормальности закона распределения значений измеренных величин в выборках, полученных на основании экспериментальной информации о функционировании и свойствах систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства. Оценка воспроизводимости, однородности, учет влияния (исключение) возможных выбросов, грубых ошибок и т.д.		2	12	8	ИЛ	

Раздел 3. Структура и типы экспериментальной информации об объектах, системах, явлениях, процессах и методы ее получения						0
Тема 5. Методы получения, анализа и представления результатов эксперимента по изучению поведения объекта, явления, процесса, системы и др. Программные и аппаратные средства персональных компьютеров для получения, преобразования, хранения, отображения и передачи информации Практическое занятия. Использование методов линейного корреляционного и регрессионного анализа при построении статистических (стохастических, эмпирических феноменологических, формальных) математических моделей функционирования и описания свойств систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства.		3	10	8		
Тема 6. Источники погрешностей. Характеристика параметров объекта, явления, процесса, системы как случайной величины. Виды погрешностей. Погрешности в прямых и косвенных измерениях. Закон сложения погрешностей		3		8		
Тема 7. Этапы проведения предварительной обработки результатов эксперимента. Числовые характеристики выборки результатов измерений (оценки свойств). Моменты. Характеристики положения и рассеяния. Требования к оценкам: эффективность, состоятельность, несмещенность. Точечные и интервальные методы оценивания Теоретические распределения, как способ аппроксимации эмпирических распределений.		3		8	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	54,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Курсовая работа)		2,25				
Раздел 4. Принципы сравнения значений точечных оценок параметров (характеристик, переменных) объектов, систем, процессов						
Тема 8. Статистические методы проверки гипотез с позиции методов критериального оценивания	5			6		0
Тема 9. Критерии, основанные на нормальном распределении. Критерии согласия. Непараметрические критерии. Ранги.				5		

<p>Тема 10. Проверка однородности и воспроизводимости результатов измерений значений величин, параметров, характеризующих свойства объектов, систем, процессов, явлений. Методы выявления грубых погрешностей, обнаружение промахов.</p> <p>Практическое занятие. Использование методов нелинейного корреляционного и регрессионного анализа при построении статистических (стохастических, эмпирических феноменологических, формальных) математических моделей функционирования и описания свойств систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства</p>		8	6	ИЛ	
<p>Раздел 5. Принципы установления наличия и типа связи между параметрами, описывающими свойства объектов, систем, процессов, явлений. Методы корреляционного и регрессионного анализа</p>					
<p>Тема 11. Использование методов линейного и нелинейного корреляционного и регрессионного анализа при построении статистических (стохастических, эмпирических феноменологических, формальных) математических моделей функционирования и описания свойств систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства по результатам регрессионного и корреляционного анализа. Значение остатков при интерпретации результатов регрессионного анализа. Выбор оптимальной формы уравнения регрессии. Оценка тесноты линейной и нелинейной связи</p> <p>Практическое занятие. Множественный регрессионный и корреляционный анализ. Принципы построения многофакторных эмпирических моделей (методом Брандона и др.).</p>		8	5		0
<p>Тема 12. Множественный регрессионный и корреляционный анализ. Принципы построения многофакторных эмпирических моделей (методом Брандона и др.). Использование методов корреляционного и регрессионного анализа при решении различных задач (градуировка измерительных устройств, оценка и учет систематической составляющей и др.).</p> <p>Практическое занятие. Использование методов корреляционного и регрессионного анализа при решении различных задач (градуировка измерительных устройств, оценка и учет систематической составляющей и др.).</p>		8	6	ИЛ	

Раздел 6. Принципы фильтрации экспериментальной информации						0
Тема 13. Принципы проведения статистической фильтрации (поточковой) информации. Особенности организации эксперимента в случае необходимости его последующей фильтрации			10	10		
Практическое занятие. Принципы проведения статистической фильтрации информации о функционировании и описании свойств систем, объектов, процессов и материалов полиграфического производства						
Тема 14. Проблема потери информации при проведении фильтрации экспериментальных данных				9	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)			34	47		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)			2,5	24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине			89,75	126,25		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Целью курсовой работы является самостоятельное теоретическое и практическое углубленное изучение выбранной студентом проблемы предметной области по той или иной теме данной дисциплины.

Задачи курсовой работы: развить навыки работы с научно-технической информацией, умение анализировать информацию, полученную во время изучения дисциплины и самостоятельной работы, умение применять полученные знания на практике

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Тематика курсовой работы должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития полиграфического и упаковочного производства.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа выполняется индивидуально с использованием современной литературы и лабораторного оборудования. Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 20-25 страниц печатного текста, содержащей следующие обязательные элементы:

- титульный лист и задание
- реферат (аннотацию)
- содержание (оглавление)
- введение
- основную часть с обсуждением полученных результатов
- заключение (выводы по работе)
- список использованных источников

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-4	<p>Осуществляет обоснованный выбор и грамотно использует принципы оценивания наличия, тесноты и формы связей между заданными информационными параметрами процессов, объектов и систем различной природы с учетом их структурных и функциональных особенностей с целью построения адекватного математического описания (математической модели).</p> <p>Характеризует различные параметры процессов различной природы, устанавливает и описывает взаимосвязи между ним.</p> <p>Грамотно применяет обширный арсенал аппаратных и программных средств реализации компьютерного эксперимента с целью получения адекватной информации.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Курсовая работа</p>

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области, умение использовать теоретические знания для решения практических задач	Полное и всестороннее рассмотрение вопросов. Оформление соответствует требованиям. Работа представлена к защите в срок
4 (хорошо)	Ответ полный и правильный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но допущены в ответах небольшие погрешности, которые устраняются только в результате собеседования	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или неточности. Есть незначительные отступления от правил оформления или нарушены сроки представления работы к защите
3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом при неполных, слабо аргументированных ответах. Присутствуют неточности в ответах, пробелы в знаниях по некоторым темам, существенные ошибки, которые могут быть найдены и частично устранены в результате собеседования	Отсутствуют один или несколько обязательных элементов задания, либо имеются многочисленные грубые ошибки в содержании, оформлении или существенно нарушены сроки представления работы к защите
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки	Содержание работы не соответствует заданию. Попытка представления чужой работы
Зачтено	Обучающийся твердо знает материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, способен правильно применить основные методы и инструменты при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	
Не зачтено	Обучающийся не может изложить значительной части материала, допускает существенные ошибки в формулировках и доказательствах, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания	

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Системы: определение, общая характеристика, структура. Принципы построения математических моделей сложных систем
2	Системы: определение, общая характеристика. Системный подход к построению математических моделей сложных систем. Этапы анализа и синтеза
3	Исследование систем, объектов, процессов и явлений методами математического моделирования. Классификация систем, объектов, процессов, явлений и их моделей в зависимости от внутренних свойств объекта исследования
4	Исследование систем, объектов, процессов и явлений методами математического моделирования. Классификация систем, объектов, процессов, явлений и их моделей в зависимости от внутренних свойств объекта исследования и задачи исследования

5	Исследование систем, объектов, процессов и явлений методами математического моделирования. Классификация систем, объектов, процессов, явлений и их моделей в зависимости от метода исследования
6	Общая характеристика численных методов. Понятие сходимости и устойчивости метода. Ошибки, возникающие при организации итеративных вычислений.
7	Машинный ноль и способы (алгоритмы) его вычисления. Ошибка округления, усечения (отбрасывания).
8	Свойства системы: сложность, надежность, устойчивость, помехозащищенность, чувствительность, управляемость и т.д. Понятие эмерджентности и интерэктности.
9	Элемент системы, оператор, их характеристики. Структура системы. Способы построения детерминированных моделей различных систем.
10	Структура системы. Основные типы связей между элементами: последовательные, параллельные, последовательно - обводные, обратные
11	Классификация переменных величин, характеризующих работу системы: входные, выходные, промежуточные переменные, расчетные (искомые) переменные
12	Исследование систем, объектов, процессов и явлений методами математического моделирования. Классификация моделей систем
13	Классификация моделей систем, объектов, процессов и явлений. (изоморфные, неизоморфные или гомоморфные модели). Требования к модели в зависимости от задачи исследования. Методы установления адекватности модели
14	Классификация моделей систем, объектов, процессов и явлений. Детерминированные и стохастические модели. Обобщенные и смешанные модели.
15	Классификация моделей систем, объектов, процессов и явлений. Требования к модели в зависимости от задачи исследования. Способы установления адекватности модели
16	Детерминированные модели. Принципы составления уравнений математического описания систем, объектов, процессов и явлений
Семестр 5	
17	Критерии оптимальности и критерии адекватности. Методы установления адекватности стохастической модели
18	Критерии адекватности математической модели. Анализ и устранение причин неадекватности математических моделей. Использование экспериментальной информации для коррекции параметров математической модели
19	Интерполирование (экстраполирование) полиномами. Обратное интерполирование, субтабулирование. Точность при интерполировании и экстраполировании. Предложить один из примеров использования данного метода
20	Интерполирование (экстраполирование) сплайнами
21	Стохастические (статистические) модели. Элементы теории ошибок. Абсолютные и относительные погрешности. Погрешности в косвенных измерениях. Случайные и систематические ошибки. Методы оценки систематической составляющей. Рандомизация
22	Аппроксимация результатов эксперимента. Линейная аппроксимация. Учет весовых коэффициентов
23	Стохастические (статистические) модели. Предварительная обработка экспериментальных данных. Вычисление характеристик эмпирических распределений. Моменты. Отсев грубых погрешностей. Проверка однородности результатов измерений
24	Аппроксимация результатов эксперимента. Полиномиальная аппроксимация. Учет весовых коэффициентов
25	Стохастические (статистические) модели. Обработка результатов эксперимента. Построение модели. Проверка адекватности модели
26	Методы фильтрации результатов эксперимента (сравнительная характеристика). Проблема искажения и утери информации в процессе фильтрации
27	Стохастические (статистические) модели. Общая характеристика методов множественного регрессионного анализа. Стохастическая связь. Регрессия. Уравнение множественной регрессии. Статистическое оценивание множественной регрессии. Регрессионный анализ при изучении поведения систем, объектов, процессов и явлений
28	Общая характеристика методов фильтрации результатов эксперимента. Метод блочного усреднения
29	Стохастические (статистические) модели. Общая характеристика методов корреляционного анализа. Стохастическая связь. Множественная корреляция. Статистическое оценивание множественной корреляции. Множественный корреляционный анализ при изучении поведения систем, объектов, процессов и явлений
30	Общая характеристика методов фильтрации результатов эксперимента. Метод "движущегося окна".
31	Стохастические (статистические) модели. Линейная регрессия. Уравнение линейной регрессии. Оценка линейности регрессии. (Показать на произвольно выбранных примерах).
32	Общая характеристика методов фильтрации результатов эксперимента. Метод полиномиального сглаживания
33	Стохастические (статистические) модели. Нелинейная парная регрессия. Оценка тесноты нелинейной связи. Трансцендентная регрессия

34	Стохастические (статистические) модели. Обработка результатов эксперимента. Построение модели. Оценка адекватности модели. (Общая схема).
35	Методы фильтрации результатов эксперимента (сравнительная характеристика).
36	Проблема искажения и утери информации в процессе фильтрации

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. На основании проведенной серии измерений изменения оптической плотности результатов репродукции тест – объекта (градационной шкалы) с заданным количеством повторений (посредством использования имитационной модели) осуществить оценку нормальности закона распределения вариантов в выборке и провести анализ однородности и воспроизводимости эксперимента.

2. На основании проведенной серии измерений изменения оптической плотности результатов репродукции тест – объекта (градационной шкалы) с заданным количеством повторений (посредством использования имитационной модели) осуществить оценку влияния подозрительных значений (выбросов, промахов) на результаты точечного оценивания.

3. На основании проведенной серии измерений изменения оптической плотности результатов репродукции тест – объекта (градационной шкалы) с заданным количеством повторений (посредством использования имитационной модели) осуществить оценку наличия, тесноты и формы связи между наиболее достоверными (вероятными) значениями оптической плотности и номером поля градационной шкалы посредством использования одного из вариантов метода линейного корреляционного и регрессионного анализа (приведением к линейному виду).

4. На основании проведенной серии измерений изменения оптической плотности результатов репродукции тест – объекта (градационной шкалы) с заданным количеством повторений (посредством использования имитационной модели) осуществить оценку наличия, тесноты и формы связи между наиболее достоверными (вероятными) значениями оптической плотности и номером поля градационной шкалы посредством использования метода нелинейного корреляционного и регрессионного анализа (методами полиномиального корреляционного и регрессионного анализа).

5. На основании проведенной серии измерений изменения оптической плотности результатов репродукции тест – объекта (градационной шкалы) с заданным количеством повторений (посредством использования имитационной модели) осуществить оценку наличия, тесноты и формы связи между наиболее достоверными (вероятными) значениями оптической плотности и номером поля градационной шкалы посредством использования метода нелинейного корреляционного и регрессионного анализа при условии неоднородности результатов предварительной обработки априорной информации (методами полиномиального корреляционного и регрессионного анализа).

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная + Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 60 мин. Для выполнения практического задания обучающему необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется необходимая справочная информация.

Зачет

При проведении зачета время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 40 мин. Для выполнения практического задания обучающему необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется необходимая справочная информация

Курсовая работа

Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 20 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.

Сообщение результатов обучающемуся производится непосредственно после устного ответа

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Богуславская, О. В., Зорин, К. А., Подлубная, М. Л.	Методология научного исследования	Красноярск: Сибирский федеральный университет	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/100051.html
Шорохова, С. П.	Логика и методология научного исследования	Москва: Институт мировых цивилизаций	2022	https://www.iprbooks.hop.ru/119090.html
Турский, И. И.	Методология научного исследования	Симферополь: Университет экономики и управления	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/108059.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Меледина, Т. В., Данина, М. М.	Методы планирования и обработки результатов научных исследований	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий	2015	http://www.iprbookshop.ru/67290.html
Новиков, В. К.	Методология и методы научного исследования	Москва: Московская государственная академия водного транспорта	2015	http://www.iprbookshop.ru/46480.html
Ефремова, А. А., Гарипов, Р. М., Григорьев, А. Ю.	Основы технологии печатных процессов	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2018	http://www.iprbookshop.ru/100582.html
Колмогоров, Ю. Н., Сергеев, А. П., Тарасов, Д. А., Арапова, С. П., Тягунова, А. Г.	Методы и средства научных исследований	Екатеринбург: Издательство Уральского университета	2017	http://www.iprbookshop.ru/107057.html
Груздева, И. Г., Дмитрук, В. В., Капуста, Т. В., Костюк, И. В., Чошина, И. Р.	Основы полиграфического и упаковочного производства	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2019	http://www.iprbookshop.ru/102941.html

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Портал для официального опубликования стандартов Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/>
 Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional
 Microsoft Windows
 Mathcad Education – University Edition Term
 MATLAB

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска