

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.09

Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента

Учебный план: ФГОС 3++_2020-2021_29.04.03_ВШПМ_ОО_ТПП_2-1-41.plx

Кафедра: **47** Технологии полиграфического производства

Направление подготовки:
(специальность) 29.04.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

Профиль подготовки:
(специализация) Технология полиграфического производства

Уровень образования: магистратура

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				
2	УП	17	51	23	53	4	Экзамен
	РПД	17	51	23	53	4	
Итого	УП	17	51	23	53	4	
	РПД	17	51	23	53	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.04.03 Технология полиграфического и упаковочного производства, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 г. № 967

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 использования:

методов анализа данных при проведении результатов экспериментов по изучению и оптимизации печатных процессов в производстве полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий;

методов планирования эксперимента при проведении экспериментов по изучению и оптимизации печатных процессов в производстве полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий

1.2 Задачи дисциплины:

Привить навыки анализа данных для проведения грамотной оценки перспектив использования различных печатных технологий для производства широкого спектра промышленных изделий.

Ознакомить с принципами и особенностями использования методов анализа данных при проведении исследований по изучению и оптимизации печатных процессов в производстве полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий..

Сформировать представление о современных подходах к выбору методов анализа данных при проведении исследования в области производства полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий посредством различных печатных технологий.

Развить навыки грамотной оценки результатов применения современных подходов к анализу данных при проведении исследования в области производства полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий посредством различных печатных технологий.

Дать основы методологии проведения исследований и грамотной обработки их результатов по оценке возможностей управления качеством широкого спектра полиграфической продукции, а также промышленных изделий, производимых с использованием различных печатных технологий.

Привить навыки планирования эксперимента для проведения грамотной оценки перспектив использования различных печатных технологий для производства широкого спектра промышленных изделий.

Ознакомить с принципами и особенностями использования методов планирования эксперимента при проведении исследований по изучению и оптимизации печатных процессов в производстве полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий.

Сформировать представление о современных подходах к выбору методов планирования эксперимента при проведении исследования в области производства полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий посредством различных печатных технологий.

Развить навыки грамотной оценки результатов планирования эксперимента при проведении исследования в области производства полиграфической продукции, а также широкого спектра промышленных изделий посредством различных печатных технологий..

Дать основы методологии проведения исследований по оценке возможностей управления качеством широкого спектра полиграфической продукции, а также промышленных изделий, производимых с использованием различных печатных технологий на основе грамотной оценки результатов планирования эксперимента.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Актуальные проблемы отрасли

Методы и средства научных исследований

Математическое моделирование

Компьютерные технологии в науке и образовании

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-6: Способен разрабатывать техническую документацию на новые виды полиграфической продукции и упаковки, оказывать техническую помощь и осуществлять авторский надзор при изготовлении, испытаниях и сдаче в эксплуатацию проектируемых изделий

Знать: методы теоретических и экспериментальных исследований; стандарты и правила, применяемые при оформлении научно-исследовательских работ

Уметь: ставить цели и задачи исследования; планировать эксперимент по определению оптимальных технологических параметров процессов

Владеть: методами анализа и способами решения задач по усовершенствованию материалов и технологий с целью повышения их эффективности в конкретных технологических условиях, математическими методами постановки экспериментов и обработки результатов

ОПК-8: Способен обосновывать рациональность разработок и проектировать новые виды полиграфической продукции и упаковки, изделий, изготавливаемых с применением полиграфических технологий

Знать: принципы планирования эксперимента, особенности их использования для решения задач в области прикладных и фундаментальных наук при проведении исследований и создании новых направлений в своей работе

Уметь: использовать принципы планирования эксперимента для решения поставленных задач по тематике исследования

Владеть: навыками интерпретации результатов планирования эксперимента для решения поставленных задач

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 анализа с учетом требований современных методов анализа данных по изучению поведения систем, объектов, процессов, явлений. Методы получения, анализа и представления априорной информации, полученной на основании стохастического подхода к изучению поведения объекта, явления, процесса.						
Тема 1. Системы как многомерные объекты. Структура, параметры (характеристики) систем. Системы и их модели как объекты многомерного анализа данных. Особенности структуры математического описания систем, объектов, процессов, явлений, характеризующихся большим количеством параметров, факторов, переменных. Детерминистический и стохастический (вероятностный, статистический, эмпирический, феноменологический, формальный) подходы к созданию математических моделей с позиций многомерного анализа данных. Методы анализа и представления результатов эксперимента по изучению поведения объекта, явления, процесса, системы и др. на основании использования многомерного анализа данных Программные и аппаратные средства персональных компьютеров для преобразования, хранения, отображения и интерпретации информации, полученной на основе использования методов многомерного анализа данных. Практическое занятие. Выбор типа математического описания на основании анализа особенностей структуры математического описания систем, объектов, процессов, явлений, характеризующихся большим количеством	2					0
		2	6	2	ИЛ	

<p>Тема 2. Принципы предварительной обработки результатов эксперимента по получению априорной информации по изучению поведения объекта, явления, процесса, системы и др. с учетом особенностей многомерного анализа данных. Рандомизация как способ уменьшения вероятности возникновения систематических ошибок. 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. Методы интерпретации априорной информации по изучению поведения объекта, явления, процесса, системы и др. с учетом особенностей многомерного анализа данных на этапе предварительной обработки результатов эксперимента.</p>	2	6	2	ИЛ	
<p>Раздел 2. Принципы создания математических моделей на основе детерминистического и стохастического подхода. Установление наличия и типа связи между параметрами (факторами, переменными), описывающими свойства объектов, систем, процессов, явлений. Методы корреляционного и регрессионного анализа как основа теории планирования эксперимента. методы планирования эксперимента.</p>					
<p>Тема 3. Методы Дисперсионного и факторного анализа. Ранжирование переменных по результатам факторного анализа.</p> <p>Основы кластерного анализа. Дивизимный и агломеративный подходы. Методы кластерного анализа. Метрики. Объединение объектов, явлений, процессов, систем различной природы в кластеры, таксоны, сгущения по результатам кластерного анализа.</p> <p>Основы дискриминантного анализа. Описание групповых свойств кластеров, таксонов, сгущений объектов, явлений, процессов, систем различной природы на основе результатов кластерного анализа. Распознавание образов. Понятие об интеллектуальных системах (системах с искусственным интеллектом), системах технического зрения и т.д.</p> <p>Практическое занятие. Определение структуры предполагаемого математического описания объектов, явлений, процессов, систем различной природы на основании результатов проведения дисперсионного и факторного анализа.</p>	2	6	3	ИЛ	0

<p>Тема 4. Статистическое оценивание возможного наличия множественных связей. Стохастическая связь. Метод максимума правдоподобия. Регрессия, корреляция. Значение остатков при интерпретации результатов регрессионного анализа. Выбор оптимальной формы уравнения регрессии. Оценка тесноты линейной и нелинейной связи. Особенности использования методов корреляционного и регрессионного анализа при анализе неоднородного числового материала (проведение линейного и нелинейного корреляционного и регрессионного анализа с использованием весовых коэффициентов). Множественный регрессионный и корреляционный анализ. Принципы построения многофакторных (стохастических, эмпирических феноменологических, формальных) моделей. Особенности использования методов множественного корреляционного и регрессионного анализа при наличии неоднородного числового материала. Установление адекватности математических моделей. Использование экспериментальной информации для коррекции параметров математических моделей.</p> <p>Практическое занятие. Принципы построения многофакторных, многопараметрических однооткликовых (стохастических, эмпирических феноменологических, формальных) математических (аддитивных, мультипликативных, произвольного вида) моделей методом Брандона.</p>	3	9	4	ИЛ	
<p>Тема 5. Основы планирования эксперимента. Методы полного и дробного факторного эксперимента. Требования, предъявляемые к форме математического описания функционирования объектов и систем различной природы по результатам планирования эксперимента. Принципы построения планов полного факторного эксперимента, его проведения и построение математической модели по его результатам. Сокращение количества опытов. Принципы проведения дробного факторного эксперимента и построение математической модели по его результатам.</p> <p>Практическое занятие. Использование методов полного и дробного факторного эксперимента для описания функционирования объектов, процессов, явлений и систем различной природы.</p>	2	6	3	ИЛ	
<p>Раздел 3. Принципы поиска оптимальных решений по результатам построения корреляционных и регрессионных моделей и использования методов планирования</p>					О

<p>Тема 6. Принципы оптимизации функционирования объектов и систем различной природы по результатам построения корреляционных и регрессионных моделей и использования методов планирования эксперимента. Функция отклика, функция цели (целевая функция). Учет особенностей использования выбранного метода поиска и поведения функции отклика. Классификация методов поиска оптимальных решений.</p> <p>Практическое занятие. Выбор методов оптимизации функционирования объектов, процессов, явлений и систем различной природы с учетом задачи исследования, особенностей использования выбранного метода поиска и поведения функции отклика.</p>	2	6	3	ИЛ	
<p>Тема 7. Принципы безусловной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы по результатам построения корреляционных и регрессионных моделей и использования методов планирования эксперимента. Обзор методов одномерной и многомерной безусловной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы.</p> <p>Практическое занятие. особенности решения задачи одномерной и многомерной безусловной оптимизации функционирования объектов, процессов, явлений и систем различной природы.</p>	2	6	3	ИЛ	
<p>Тема 8. Принципы условной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы по результатам построения корреляционных и регрессионных моделей и использования методов планирования эксперимента. Обзор методов одномерной и многомерной условной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы при наличии ограничений (типа равенств, типа неравенств).</p> <p>Практическое занятие. особенности решения задачи одномерной и многомерной оптимизации функционирования объектов, процессов, явлений и систем различной природы при наличии ограничений (типа равенств, типа неравенств).</p>	2	6	3	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	51	23		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		19,5	33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		87,5	56,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

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
ОПК-6	<p>Составляет план эксперимента по определению оптимальных технологических параметров процессов на основании современных методов анализа данных.</p> <p>Применяет методы теоретических и экспериментальных исследований при постановке цели и задачи исследования.</p> <p>Использует инновационные способы решения математическими методами задач по усовершенствованию свойств материалов и технологий с целью повышения их эффективности в конкретных технологических условиях.</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>
ОПК-8	<p>Формулирует принципы планирования эксперимента для решения учебных, научных и производственных задач.</p> <p>Использует принципы планирования эксперимента для решения задач в области прикладных и фундаментальных наук по определенной ранее тематике исследования, при проведении новых исследований и создании новых направлений в своей работе.</p> <p>Грамотно интерпретирует результаты планирования эксперимента для решения поставленных задач.</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</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	
4 (хорошо)	Ответ полный и правильный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но в ответах допущены небольшие погрешности, которые устраняются только в результате собеседования	
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом - пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, существенные ошибки, устранение которых в результате собеседования затруднено.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания или пользование подсказкой другого человека	

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 2

1	Принципы условной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы по результатам построения корреляционных и регрессионных моделей и использования методов планирования эксперимента. Обзор методов одномерной и многомерной условной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы при наличии ограничений (типа равенств, типа неравенств).
2	Принципы безусловной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы по результатам построения корреляционных и регрессионных моделей и использования методов планирования эксперимента. Обзор методов одномерной и многомерной безусловной оптимизации функционирования объектов и систем различной природы.
3	Функция отклика, функция цели (целевая функция). Учет особенностей использования выбранного метода поиска и поведения функции отклика. Классификация методов поиска оптимальных решений.
4	Принципы оптимизации функционирования объектов и систем различной природы по результатам построения корреляционных и регрессионных моделей и использования методов планирования эксперимента. Функция отклика, функция цели (целевая функция).
5	Сокращение количества опытов. Принципы проведения дробного факторного эксперимента и построение математической модели по его результатам.
6	Принципы построения планов полного факторного эксперимента, его проведения и построение математической модели по его результатам.
7	Основы планирования эксперимента. Методы полного и дробного факторного эксперимента. Требования, предъявляемые к форме математического описания функционирования объектов и систем различной природы по результатам планирования эксперимента.
8	Установление адекватности математических моделей. Использование экспериментальной информации для коррекции параметров математических моделей.
9	Особенности использования методов множественного корреляционного и регрессионного анализа при наличии неоднородного числового материала
10	Множественный регрессионный и корреляционный анализ. Принципы построения многофакторных (стохастических, эмпирических феноменологических, формальных) моделей.
11	Особенности использования методов корреляционного и регрессионного анализа при анализе неоднородного числового материала (проведение линейного и нелинейного корреляционного и регрессионного анализа с использованием весовых коэффициентов).
12	Регрессия, корреляция. Значение остатков при интерпретации результатов регрессионного анализа. Выбор оптимальной формы уравнения регрессии. Оценка тесноты линейной и нелинейной связи.
13	Статистическое оценивание возможного наличия множественных связей. Стохастическая связь. Метод максимума правдоподобия.
14	Основы дискриминантного анализа. Описание групповых свойств кластеров, таксонов, сгущений объектов, явлений, процессов, систем различной природы на основе результатов кластерного анализа. Распознавание образов. Понятие об интеллектуальных системах (системах с искусственным интеллектом), системах технического зрения и т.д.
15	Основы кластерного анализа. Дивизимный и агломеративный подходы. Методы кластерного анализа. Метрики. Объединение объектов, явлений, процессов, систем различной природы в кластеры, таксоны, сгущения по результатам кластерного анализа.
16	Методы дисперсионного и факторного анализа. Ранжирование переменных по результатам факторного анализа.
17	Установление наличия и типа связи между параметрами (факторами, переменными), описывающими свойства объектов, систем, процессов, явлений. Методы корреляционного и регрессионного анализа как основа теории планирования эксперимента. методы планирования эксперимента.
18	Принципы создания математических моделей на основе детерминистического и стохастического подхода.
19	Проверка однородности и воспроизводимости результатов измерений значений величин, параметров, характеризующих свойства объектов, систем, процессов, явлений. Методы выявления грубых погрешностей, обнаружение промахов.
20	Принципы предварительной обработки результатов эксперимента по получению априорной информации по изучению поведения объекта, явления, процесса, системы и др. с учетом особенностей многомерного анализа данных. Рандомизация как способ уменьшения вероятности возникновения систематических ошибок.
21	Программные и аппаратные средства персональных компьютеров для преобразования, хранения, отображения и интерпретации информации, полученной на основе использования методов многомерного анализа данных.
22	Методы анализа и представления результатов эксперимента по изучению поведения объекта, явления, процесса, системы и др. на основании использования многомерного анализа данных
23	Детерминистический и стохастический (вероятностный, статистический, эмпирический, феноменологический, формальный) подходы к созданию математических моделей с позиций многомерного анализа данных.
24	Системы и их модели как объекты многомерного анализа данных. Особенности структуры математического описания систем, объектов, процессов, явлений, характеризуемых большим количеством параметров, факторов, переменных.

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Провести серию измерений изменения оптической плотности результатов репродукции тест – объекта (градационной шкалы) с заданным количеством повторений (посредством использования имитационной модели). обеспечить возможность проведения оценки однородности и воспроизводимости эксперимента (согласно заданного варианта)

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 вариант в выборке и провести анализ однородности и воспроизводимости эксперимента (согласно заданного варианта)

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

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)

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)

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)

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)

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 регрессии произвольного вида

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

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 50 мин. Для выполнения практического задания обучающему необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется необходимая справочная информация.

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				
Гнатюк С. П.	Методы планирования эксперимента	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20199239
Сафин Р. Г., Иванов А. И., Тимербаев Н. Ф.	Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2013	http://www.iprbookshop.ru/62219.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Ковель А. А.	Инженерные аспекты математического планирования эксперимента	Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России	2017	http://www.iprbookshop.ru/66909.html
Гнатюк С. П.	Основы анализа данных	СПб.: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20199236

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

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