

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

« 20 » / мая / 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Планирование и организация эксперимента

направление подготовки (специальность):

27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность программы (профиль, специализация):

Метрология, стандартизация и сертификация

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Стандартизации и управления качеством


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки – 27.03.01 – Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата), утвержденного приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 901;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

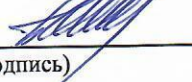
Составитель (составители): к.т.н., доцент  (О.В. Луценко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 28 » апреля 20 21 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (О.В. Пучка)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой СиУК

Заведующий кафедрой: к.т.н., проф.  (О.В. Пучка)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 28 » апреля 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » мая 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения .	ОПК-7.1 Решает профессиональные задачи в области стандартизации и метрологического обеспечения с использованием аппарата математического моделирования	<p style="text-align: center;">ОПК-7.1</p> <p>Знания : кибернетические и физико-математические методы ведения научно-исследовательских работ в области стандартизации и метрологического обеспечения ; возможность оптимизации технологических процессов.</p> <p>Умения : применять методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретировать полученную информацию.</p> <p>Навыки: навыками построения математических моделей; решения задач оптимизации ; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента.</p> <p style="text-align: center;">ОПК-7.2</p> <p>Знания: современные методы организации и планирования эксперимента;</p> <p>Умения: производить сбор и анализ исходных информационных данных,</p> <p>Навыки: основными методиками постановки и выполнения эксперимента.</p> <p style="text-align: center;">ОПК-7.3</p> <p>Знания: компьютерного моделирования, математического моделирования.</p> <p>Умения: интерпретации и обобщения данных для подготовки научно-обоснованных выводов.</p>
		ОПК-7.2 Владеет основными методиками постановки и выполнения эксперимента	
		ОПК-7.3 Использует эффективные научно - обоснованные подходы для организации и проведения экспериментов	

			Навыки: обработки результатов эксперимента на базе специальных пакетов программ.
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция _ ОПК-7. Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно- обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Математика
2	Химия
3	Физика
4	Информационные технологии
5	Инженерная и компьютерная графика
6	Материаловедение
7	Спецглавы математики
8	Физические основы измерений и эталоны
9	Методы и средства измерений и контроля
10	Цифровые технологии в профессиональной деятельности
11	Математическое моделирование процессов
12	Основы проектирования продукции и конструирования приборов
13	Основы технологии производства
14	Стандартизация и сертификация
15	Квалиметрия
16	Автоматизация измерений, контроля и испытаний
17	Метрологическое обеспечение жизненного цикла продукции
18	Статистические методы контроля качества
19	Технология разработки стандартов и технических регламентов
20	Управление качеством

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации Зачет

Вид учебной работы ²	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	54	54
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ³	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	54	54
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	45	45
Экзамен	0	0

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁴
1. Математические методы планирования эксперимента – новый кибернетический подход к инженерным исследованиям, имеющим экспериментальный характер.					
	Общие сведения об эксперименте. Введение, цели, задачи, структура и содержание курса. Задачи планирования эксперимента. Общие вопросы планирования и организации эксперимента. Основные термины и определения, нормативная база. Классификация методов планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент. Проверка воспроизводимости опытов. Вычисление погрешности эксперимента.	10		5	14
2. Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный факторный эксперимент.					
	Свойства матрицы планирования. Вычисление коэффициентов регрессии.	8		6	14
3. Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация.					
	Метод крутого восхождения. Симплексный метод.	8		3	14
4. Исследование области оптимальных условий.					
	Ортогональное центральное композиционное планирование. Ротатабельное планирование. Каноническая форма уравнения регрессии.	8		3	12
	ВСЕГО	34		17	54

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ⁵
семестр № 7				
1	Математические методы планирования эксперимента – новый кибернетический подход к инженерным исследованиям, имеющим экспериментальный характер.	1. Сравнение двух выборок. 2. Проверка воспроизводимости опытов.	5	14
2	Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный факторный эксперимент.	1. Кодирование факторов. 2. Определение описания объекта в истинных/кодированных координатах. 3. Вычисление коэффициентов уравнения регрессии. 4. Проверка адекватности уравнения регрессии по критерию Фишера.	6	14
3	Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация.	1. Изучение алгоритма Бокса-Уилсона.	3	14
4	Исследование области оптимальных условий.	1. Методика получения канонической формы уравнения регрессии.	3	12
ИТОГО:			17	54

4.4. Содержание курсового проекта/работы⁶

Не предусмотрено учебным планом

⁵ Количество часов самостоятельной работы для подготовки к лабораторным занятиям

⁶ Если выполнение курсового проекта/курсовой работы нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий⁷

В процессе выполнения расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Цель задания: приобретение практических навыков по применению знаний полученных на лабораторных и лекционных занятиях.

Структура работ: практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам.

Оформление индивидуального домашнего задания. ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Отчет расчетно-графического задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; теоретическое задание; практическая часть; список использованной литературы. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

Типовые варианты заданий

Вариант 1.

Обработка результатов эксперимента первого порядка, определение коэффициентов линейных уравнений регрессии, их значимости, проверка адекватности полученных математических моделей.

Факторы, уровни и интервалы варьирования факторов

Обозначение факторов		Интервалы варьирования факторов
Натуральное значение	Кодированное значение	
Э, мДж	X_1	5
F, кГц	X_2	22

Уровни факторов					
Верхний		Основной		Нижний	
Натур.значен.	Кодир.значен.	Натур.значен.	Кодир.значен.	Натур.значен.	Кодир.значен.
13	+1	8	0	3	-1
83	-1	61	0	39	-1

Матрица планирования первого порядка типа 2^2 и результаты опытов

№ опыта	X_0	X_1	X_2	Выходные параметры
---------	-------	-------	-------	--------------------

⁷ Если выполнение расчетно-графического задания/индивидуального домашнего задания нет в учебном плане, то в данном разделе необходимо указать «Не предусмотрено учебным планом»

				Производительность мм/мин	Износ электрода %
1	+	+	+	9,5	57
2	+	-	+	22,4	65
3	+	+	-	32	17
4	+	-	-	64	25

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-7. Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области стандартизации и метрологического обеспечения .

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-7.1 Решает профессиональные задачи в области стандартизации и метрологического обеспечения с использованием аппарата математического моделирования	<i>Зачет, защита ИДЗ, защита лабораторной работы, собеседование</i>
ОПК-7.2 Владеет основными методиками постановки и выполнения эксперимента	<i>Зачет, защита ИДЗ, защита лабораторной работы, собеседование</i>
ОПК-7.3 Использует эффективные научно - обоснованные подходы для организации и проведения экспериментов	<i>Зачет, защита ИДЗ, защита лабораторной работы, собеседование</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Математические методы планирования эксперимента – новый кибернетический подход к инженерным исследованиям, имеющим экспериментальный	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какая система уравнений является математической моделью объекта в теории планирования эксперимента? 2. Что представляет собой планирование эксперимента? 3. Приведите формулу линейной модели наблюдений, содержащую неизвестные параметры. 4. Приведите вывод формулы для оценки неизвестных параметров линейной модели наблюдений по методу наименьших квадратов. 5. Какой критерий применяется для проверки гипотезы адекватности линейной модели наблюдений? Приведите формулу

	<p>характер (ОПК-7.1)</p>	<p>критерия. 6. Дайте определение понятиям :эксперимент ,опыт, план эксперимента, планирование эксперимента в соответствии с ГОСТ 24026-80. 7. Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента. Какая задача получила наибольшее распространение? 8. Кибернетическая схематизация объекта исследования. Дайте определения понятий фактор, отклик в соответствии с ГОСТ 24026-80.</p>
<p>2</p>	<p>Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный факторный эксперимент. (ОПК-7.2)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите формулу одномерной регрессионной модели эксперимента. 2. Что представляет собой кодирование переменных модели? 3. Приведите общий вид матрицы плана эксперимента. 4. Приведите определение полного факторного эксперимента. 5. Приведите матрицу планирования эксперимента с двумя факторами. 6. Приведите матрицу полного факторного эксперимента 2^2. 7. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования эксперимента с двумя факторами. 8. Приведите матрицу планирования эксперимента с тремя факторами. 9. Приведите матрицу полного факторного эксперимента 2^3. 10. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования эксперимента с тремя факторами. 11. Приведите матрицу планирования эксперимента с k факторами. 12. Приведите матрицу полного факторного эксперимента 2^k. 13. Что представляет собой понятие генератора плана? 14. Каким образом может быть получена матрица дробного факторного эксперимента 2^{3-1}? 15. Приведите вид функции отклика дробного факторного эксперимента 2^{3-1}. 16. Каким образом может быть получена матрица дробного факторного эксперимента 2^{4-1}? 17. Что такое «определяющий контраст»? Какой смысл заключен в этом понятии?
<p>3</p>	<p>Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация. (ОПК-7.3)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. В чем состоит стратегии поиска экстремума функции отклика? 2. Что представляет собой градиент многомерной функции? 3. В чем состоит суть «шагового» метода изучения поверхности отклика? 4. Какие процедуры составляют метод Бокса - Уилсона? 5. Определите понятие «унимодальность функции». 6. Приведите разложение функции в ряд Тейлора. 7. Приведите графическую иллюстрацию метода Бокса - Уилсона. 8. Приведите пример поиска экстремума функции отклика с применением полного факторного эксперимента 2^2. 9. Приведите пример крутого восхождения при поиске экстремума функции отклика.

4.	Исследование области оптимальных условий. (ОПК-7.3)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности ортогонального и ротатабельного ЦКП. 2. Построение матрицы ортогонального ЦКП для двух факторов. 3. Основные выражения для расчета коэффициентов регрессии. 4. Константы коэффициентов регрессии при ротатабельном ЦКП. 5. Классификация поверхностей отклика. 6. Методика получения канонического уравнения.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Защита ИДЗ. При защите студент должен продемонстрировать знание теоретических основ по планированию и организации эксперимента, а также умение применять методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретировать полученную информацию.

Перечень контрольных вопросов к защите ИДЗ приведен ниже.

1. Что называется фактором?
2. Какие требования предъявляются к факторам при планировании эксперимента?
3. Какие требования предъявляются к совокупности факторов?
4. Назовите виды факторов.
5. Что понимается под математической моделью?
6. Какие решения принимаются перед планированием эксперимента?
7. Полный факторный эксперимент и его основные этапы.
8. Какими свойствами должен обладать полный факторный эксперимент типа 2^k ?
9. Какая существует связь между полным факторным экспериментом и математической моделью?
10. Оценка адекватности математической модели.

Собеседование. Проводится для оперативного контроля степени усвоения лекционного материала, выполнения лабораторной работы и получения обратной связи от обучающихся. Содержание вопросов соответствует рассмотренной на занятии теме. Пример вопросов для устного опроса по итогам проведения лекционного занятия на тему «Общие сведения об эксперименте. Введение, цели, задачи, структура и содержание курса. Задачи планирования эксперимента» приведен ниже:

1. Назовите практические задачи планирования эксперимента. В чем заключается методология решения исследовательских задач?

2. Исторические концепции проведения научного эксперимента до XIX века. Новый подход к проведению научных исследований в XX веке.

3. Возможные технологии составления плана оптимизационного эксперимента. Пояснить на примере.

4. Планирование эксперимента. Кибернетическое понятие «Чёрный ящик». Функция цели, математические модели объекта оптимизационного эксперимента.

5. Параметры оптимизации. Их виды. Требования к параметрам оптимизации.

Защита лабораторных работ. Вопросы для подготовки к защите работы №1 «Сравнение двух выборок»:

1. Что такое выборка?

2. Что такое генеральная совокупность?

3. Как изменится доверительный интервал измерений при увеличении доверительной вероятности?

4. Во что выражается доверительный интервал измерений?

5. Каким становится среднее значение измеряемой величины при увеличении числа опытов выборки до бесконечности?

Типовые вопросы по темам/разделам дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Математические методы планирования эксперимента – новый кибернетический подход к инженерным исследованиям, имеющим экспериментальный характер(ОПК-7.1)	1. Дайте определение эксперимента. 2. Какие вопросы решает планирование эксперимента? 4. Дайте определение математической модели объекта исследования. 5. Что называют факторами, областью определения факторов? 6. Что называют функцией отклика и поверхностью отклика? 7. Виды математических моделей. 8. Перечислите этапы проведения экспериментальных исследований. 9. Перечислите основные задачи эксперимента. 10. Дайте определение факторного пространства.
2.	Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный	1. Что означает понятие воспроизводимости эксперимента? 2. Как оценить ошибку эксперимента?

	<p>факторный эксперимент. (ОПК-7.2)</p>	<p>3. Какой метод применяется при расчете коэффициентов уравнения регрессии? 4. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента? 5. Что называют взаимодействием первого, второго, третьего и т.д. порядка? Как определяется число возможных взаимодействий факторов? 6. Способы проверки значимости b-коэффициентов. 7. Чем может быть обусловлена незначимость коэффициентов уравнения регрессии? 8. Как и для чего проводится проверка адекватности уравнения регрессии?</p>
<p>3.</p>	<p>Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация. (ОПК-7.3)</p>	<p>1. Дайте определение параметра оптимизации. 2. Перечислите требования, предъявляемые к параметру оптимизации. 3. Что называют обобщенным параметром оптимизации? 4. Области применения математических методов при решении задач оптимизации. 5. Требования, предъявляемые к факторам. 6. Что называют уровнями факторов и интервалом варьирования факторов? 7. Какие ограничения необходимо учитывать при выборе интервала варьирования? 8. Как зависит количество опытов в эксперименте от числа уровней факторов?</p>
<p>4.</p>	<p>Исследование области оптимальных условий. (ОПК-7.3)</p>	<p>1. Оценка результатов оптимизационного эксперимента. 2. Крутое восхождение по поверхности отклика. 3. Выбор масштаба шагов крутого восхождения. 4. Принятие решения по результатам крутого восхождения.</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	<p>Знания кибернетических и физико-математических методов ведения научно-исследовательских работ в области стандартизации и метрологического обеспечения ; возможность оптимизации технологических процессов.</p> <p>Знания современных методов организации и планирования эксперимента</p> <p>Знания компьютерного моделирования, математического моделирования.</p>
Умения	<p>Умения применять методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретировать полученную информацию.</p> <p>Умения производить сбор и анализ исходных информационных данных, Умения интерпретации и обобщения данных для подготовки научно-обоснованных выводов.</p>
Навыки	<p>Навыки построения математических моделей; решения задач оптимизации ; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента.</p> <p>Навыки методик постановки и выполнения эксперимента.</p> <p>Навыки обработки результатов эксперимента на базе специальных пакетов программ.</p>

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знания кибернетических и физико-математических методов ведения научно-исследовательских работ в области стандартизации и метрологического	Не знает современные методы кибернетических и физико-математических методов ведения научно-исследовательских работ в области	<p>Знает частично современные методы организации и планирования эксперимента; кибернетические и физико-математические методы ведения научно-исследовательских работ в области стандартизации и метрологического обеспечения ; возможность оптимизации технологических процессов.</p> <p>Знает основные современные методы организации и планирования эксперимента; кибернетические и физико-математические методы ведения научно-</p>

<p>обеспечения ; возможность оптимизации технологических процессов;</p> <p>современных методов организации и планирования эксперимента;</p> <p>компьютерного моделирования, математического моделирования.</p>	<p>стандартизации и метрологического обеспечения ; возможность оптимизации технологических процессов;</p> <p>современных методов организации и планирования эксперимента;</p> <p>компьютерного моделирования, математического моделирования.</p>	<p>исследовательских работ в области стандартизации и метрологического обеспечения ; возможность оптимизации технологических процессов, допускает неточности формулировки.</p> <p>Знает современные методы организации и планирования эксперимента; кибернетические и физико-математические методы ведения научно-исследовательских работ в области стандартизации и метрологического обеспечения ; возможность оптимизации технологических процессов, дает полные развернутые ответы.</p>
--	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<p>Умения применять методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретировать полученную информацию;</p> <p>производить сбор и анализ исходных информационных данных; интерпретировать и обобщать данные для подготовки научно-обоснованных выводов.</p>	<p>Не умеет применять методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретировать полученную информацию;</p> <p>производить сбор и анализ исходных информационных данных; интерпретировать и обобщать данные для подготовки научно-обоснованных выводов.</p>	<p>С большими затруднениями применяет методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретирует полученную информацию;</p> <p>производит сбор и анализ исходных информационных данных; так же затрудняется с подготовкой научно-обоснованных выводов.</p> <p>Умеет производить сбор и анализ исходных информационных данных, применять методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретировать полученную информацию, допускает незначительные ошибки.</p> <p>Умело и в полном объеме применяет методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, интерпретирует полученную информацию; производит сбор и анализ исходных информационных данных; интерпретировать и обобщает данные для подготовки научно-обоснованных выводов.</p>

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<p>Навыки построения математических моделей; решения задач оптимизации ; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента; методик постановки и выполнения эксперимента ; обработки результатов эксперимента на базе специальных пакетов программ.</p>	<p>Не владеет навыками построения математических моделей; решения задач оптимизации ; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента; методик постановки и выполнения эксперимента ; обработки результатов эксперимента на базе специальных пакетов программ.</p>	<p>Владеет отдельными навыками построения математических моделей; решения задач оптимизации ; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента; методиками постановки и выполнения эксперимента ; обработки результатов эксперимента на базе специальных пакетов программ.</p> <p>Владеет навыками построения математических моделей; решения задач оптимизации ; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента; методик постановки и выполнения эксперимента ; обработки результатов эксперимента на базе специальных пакетов программ.</p> <p>Владеет в полном объеме навыками построения математических моделей; решения задач оптимизации ; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента; методиками постановки и выполнения эксперимента ; обработки результатов эксперимента на базе специальных пакетов программ, дает полные развернутые ответы.</p>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук
3.	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – М.: Юрайт, 2012. – 400 с.
2. Сидняев, Н.И., Вилисова Н.Т. Введение в теорию планирования эксперимента: учеб. пособие / Н.И. Сидняев, Н.Т. Вилисова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, М.: – 2011. – 463 с.
3. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015042216313090700000658858> [Электронный ресурс. Бойко А.Ф. Теория планирования и организация многофакторных экспериментов: учебное пособие / А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 102 с.]
4. Лагутин, М.В. Наглядная математическая статистика: учеб. пособие / М.В. Лагутин – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2007. – 472 с.
5. Рогов, В.А., Поздняк Г.Г. Методика и практика технических экспериментов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Рогов, Г.Г. Поздняк – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 288 с.
6. Рыков, В.В., Иткин, В.Ю. Математическая статистика и планирование эксперимента. – М.: Российский государственный ун-т нефти и газа им. И.М. Губкина, 2008. – 210 с.
7. <https://e.lanbook.com/reader/book/65949/#5> [Электронный ресурс. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65949> — Загл. с экрана.]

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Сайт Международной организации по стандартизации. Режим доступа: <http://www.iso.org>.
2. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г. Шухова
3. <http://www.rst.gov.ru/> Росстандарт
4. <http://www.gost.ru/> Метрология Росстандарт
5. <http://www.vniims.ru/> ФГУП ВНИИМС

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ⁸

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁹

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

Пучка О.В.

Директор института

Белоусов А.В.

⁸ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁹ Нужно подчеркнуть