

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

СОГЛАСОВАНО  
Директор института магистратуры

  
И.В.  
Ярмоленко  
« 20 » мар 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ЭИТУС

  
А.В. Белоусов  
« 20 » мар 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Основы теории эксперимента**

направление подготовки (специальность):

**27.04.02 «Управление качеством»**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Управление качеством**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Стандартизации и управления качеством

Белгород 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки – 27.04.02 Управление качеством, утвержденного приказа Минобрнауки России от 11 августа 2020 г. № 947
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.,  (Е.В. Чернышева)  
(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  
Стандартизация и управление качеством  
(наименование кафедры/кафедр)

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

« 28 » апреля 20 21 г., протокол № 8

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » мая 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
профессиональные	ПК-3 Способен организовывать работу по контролю и повышению качества продукции (работ и услуг)	ПК-3.1 Организует проведение измерений, испытаний, контроля и анализа качества с целью предотвращения выпуска дефектной продукции (несоответствующих работ и услуг)	<p><b>Уметь</b> анализировать дефекты, вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов.</p> <p><b>Владеть</b> основными методами экспериментально статистического моделирования анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).</p> <p><b>Знать</b> правила разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### Компетенция ПК-3

Способен организовывать работу по контролю и повышению качества продукции (работ и услуг)

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Учебная научно-исследовательская работа
2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет   5   зач. единиц,  180  часов.

Форма промежуточной аттестации            зачет             
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	70	70
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	110	110
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	92	92
Экзамен	-	-

**4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс\_2\_ Семестр\_3**

№ п/п	Тема лекции (краткое содержание лекции)	К-во лекционных часов	Объем на тематический раздел, час		
			Практические и др. занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>Эксперимент в науке и производстве</b>					
<b>(наименование тематического раздела)</b>					
1	Введение. Планирование и организации эксперимента: становление, развитие, современные аспекты. Научный и промышленный эксперимент.	1	1	1	10
<b>Теория планирования эксперимента</b>					
<b>(наименование тематического раздела)</b>					
2	Задачи планирования эксперимента. Основные понятия теории планирования эксперимента: объект исследования, факторы (контролируемые и неконтролируемые, качественные и количественные), функция отклика, план эксперимента. Простые сравнивающие, последовательные и многофакторные эксперименты. Требования, предъявляемые к факторам и их совокупности при планировании эксперимента.	1	2	2	10
<b>Полный факторный эксперимент</b>					
<b>(наименование тематического раздела)</b>					
3	Принятие решения перед планированием эксперимента. Полный факторный эксперимент типа $2^k$ , его свойства и математическая модель.	2	2	5	10
<b>Дробный факторный эксперимент</b>					
<b>(наименование тематического раздела)</b>					
4	Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Выбор 1/4-реplik. Обобщающий определяющий контраст. Реплики большой дробности.	2	2	5	10
<b>Обработка результатов эксперимента</b>					
<b>(наименование тематического раздела)</b>					
5	Метод наименьших квадратов. Планирование эксперимента при	2	2	4	10

	регрессионном анализе. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. Интерполяционные методы.				
<b>Матричный подход к регрессионному анализу</b>					
<u>(наименование тематического раздела)</u>					
6	Метод наименьших квадратов для одного фактора. Некоторые операции над матрицами. Обобщение метода наименьших квадратов на многофакторный линейный случай. Статистический анализ. Взвешенный метод наименьших квадратов и статистический анализ. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий – критерии оптимальности планов.	2	2	5	5
<b>Крутое восхождение по поверхности отклика</b>					
<u>(наименование тематического раздела)</u>					
7	Движение по градиенту. Расчет крутого восхождения. Реализация мысленных опытов.	2	2	6	5
<b>Вычислительные методы в планировании и организации эксперимента</b>					
<u>(наименование тематического раздела)</u>					
8	Применение ЭВМ при обработке результатов эксперимента. Методы решения задач интерполяции, экстраполяции, определения экстремума, нахождения корня уравнения, решения системы линейных алгебраических уравнений.	2	2	5	5
<b>Организация автоматизированного эксперимента</b>					
<u>(наименование тематического раздела)</u>					
9	Размеры промышленных экспериментов. Цель автоматизированного эксперимента. ЭВМ в автоматизированном эксперименте. Решение распределительных задач. Перспективы развития теории планирования эксперимента	2	1	1	5
<b>ВСЕГО</b>		17	17	34	92

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов
1	Основы корреляционного и регрессионного анализа.	1

2	Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.	2
3	Планирование эксперимента по схеме латинского квадрата.	2
4	Основы планирования полного факторного эксперимента	2
5	Основы планирования дробного факторного эксперимента	2
6	Планирование эксперимента второго порядка (ОЦКП).	2
7	Ротатабельное планирование эксперимента второго порядка (РЦКП)	2
8	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Симплексный метод поиска.	2
9	Метод крутого восхождения.	2
	<b>ИТОГО</b>	<b>17</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№	Тема занятия	Кол-во часов
1	Задача оптимизации	2
2	Построение модели	2
3	Применение методов статистической обработки экспериментальной информации.	2
4	Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ.	2
5	Планирование отсеивающих экспериментов	2
6	Разбиение матрицы типа $2k$ на блоки.	2
7	Планирование эксперимента по схеме латинского квадрата.	2
8	Проверка адекватности модели.	2
9	Корреляционный анализ.	2
10	Регрессионный анализ.	2
11	Поиск оптимальной области методом крутого восхождения.	2
12	Симплексный метод поиска оптимального условия.	2
13	Поиск экстремума целевой функции.	2
14	Планирование эксперимента второго порядка (ОЦКП)	2
15	Ротатабельное планирование эксперимента второго порядка (РЦКП)	2
16	Планирование эксперимента, направленного на изучение почти стационарной области	2
17	Композиционные планы второго порядка.	2
	<b>Итого</b>	<b>34</b>

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Реализация компетенции

#### Компетенция ПК 3

Способен организовывать работу по контролю и повышению качества продукции (работ и услуг)

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Организует проведение измерений, испытаний, контроля и анализа качества с целью предотвращения выпуска дефектной продукции (несоответствующих работ и услуг)	устный опрос, собеседование, защита РГЗ, зачет.

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование вопросов
1.	Эксперимент в науке и производстве (ПК 3.1)	История планирования эксперимента.
2.	Теория планирования эксперимента (ПК 3.1)	Применение планирования эксперимента.
3.		Основные требования, предъявляемые к планированию эксперимента.
4.		Задачи планирования эксперимента.
5.		Схема объекта исследований
6.		Классификация факторов.
7.		Требования, предъявляемые к факторам и их совокупности при планировании эксперимента.
8.		Виды параметров оптимизации.
9.		Требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
10.		Задачи с несколькими выходными параметрами.
11.		Принятие решения перед планированием эксперимента.
12.		Выбор основного уровня.
13.		Выбор интервалов варьирования.
14.		Теория планирования эксперимента (ПК 3.1)
15.	Полный факторный эксперимент типа $2^3$ : матрица планирования, геометрическая интерпретация.	
16.	Приемы перехода от матриц меньшей размерности к матрицам большей размерности.	
17.	Свойства полного факторного эксперимента типа $2^k$	
18.	Полный факторный эксперимент и математическая модель: вычисление коэффициентов линейной модели.	
19.	Полный факторный эксперимент и математическая модель: оценка эффектов взаимодействия.	
20.	Дробный факторный эксперимент	



21.	(ПК 3.1)	Дробная реплика	
22.		Условные обозначения дробных реплик и число опытов	
23.		Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты	
24.		Планы $2^{3-1}$	
25.		Планы $2^{4-1}$	
26.		Планы $2^{5-1}$	
27.		Выбор 1/4-реplik. Обобщающий определяющий контраст.	
28.		Реплики большой дробности	
29.		Реализация плана эксперимента: оформление журнала.	
30.		Критерий Стьюдента.	
31.		Ошибки параллельных опытов: среднее, дисперсия, стандарт.	
32.		Классификация ошибок.	
33.		Исключение из экспериментальных данных грубых ошибок (t-критерий).	
34.		Исключение из экспериментальных данных грубых ошибок (распределение максимального отклонения).	
35.		Дисперсия параметра оптимизации.	
36.		Проверка однородности дисперсий: критерий Фишера.	
37.		Проверка однородности дисперсий: критерий Кохрена.	
38.		Рандомизация: влияние неоднородности на параметр оптимизации.	
39.		Рандомизация: применение таблицы случайных чисел.	
40.		Разбиение матрицы типа $2k$ на блоки (23 на 2 блока).	
41.		Разбиение матрицы типа $2k$ на блоки (24 на 4 блока).	
42.		Разбиение матрицы типа $2k$ на блоки: общие правила.	
43.		Обработка результатов эксперимента (ПК 3.1)	Обработка результатов эксперимента: принцип минимизации невязок в методах наименьших квадратов, наименьших кубов.
44.			Метод наименьших квадратов: расчет коэффициентов регрессии.
45.			Расчетная таблица для вычисления коэффициентов регрессии, способы проверки правильности расчетов.
46.			Графическая интерпретация уравнения регрессии.
47.			Остаточная сумма квадратов.
48.		Матричный подход к регрессионному анализу (ПК 3.1)	Вычисление коэффициентов линейной регрессии для полного многофакторного эксперимента.
49.			Вычисление коэффициентов линейной регрессии для дробного многофакторного эксперимента.

50.		Регрессионный анализ. Постулаты.
51.		Проверка адекватности модели. Качественная интерпретация задачи.
52.		Проверка адекватности модели. Дисперсия адекватности.
53.		Проверка значимости коэффициентов.
54.		Метод наименьших квадратов для одного фактора.
55.		Обобщение метода наименьших квадратов на многофакторный линейный случай.
56.		Взвешенный метод наименьших квадратов и статистический анализ.
57.		Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий – критерии оптимальности планов.
58.		Принятие решений после построения модели.
59.		Принятие решений после построения модели процесса.
60.		Построение интерполяционной формулы.
61.		Линейная модель неадекватна
62.	Матричный подход к регрессионному анализу (ПК 3.1)	Движение по градиенту.
63.		Расчет крутого восхождения.
64.		Реализация мысленных опытов.
65.	Крутое восхождение по поверхности отклика (ПК 3.1)	Крутое восхождение эффективно.
66.		Крутое восхождение неэффективно. Обсуждение результатов.
67.		Крутое восхождение: Чем кончается эксперимент. Перспективы.
68.		Планы дисперсионного анализа
69.		Планы многофакторного анализа
70.		Планы для изучения поверхности отклика
71.		Планы отсеивающего эксперимента
72.		Планы для экспериментирования в условиях дрейфа
73.		Планирование эксперимента на диаграммах состав-свойство
74.		Планы для решения динамических задач
75.		Планы для изучения механизма явлений.
76.	Вычислительные методы в планировании и организации эксперимента (ПК 3.1)	Планирование эксперимента в производственных условиях.
77.		Последовательный симплексный метод
78.		Метод эволюционного планирования (ЭВОП).
79.		Планы выборочного контроля
80.		Применение ЭВМ при обработке результатов эксперимента.
81.		Размеры промышленных экспериментов.
82.		Цель автоматизированного эксперимента.
83.		ЭВМ в автоматизированном эксперименте.
84.		Решение распределительных задач.

### 5.3. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ,

## их краткое содержание и объем

Учебным планом не предусмотрено выполнение студентами курсовых проектов и работ .

### 5.4. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Выполнение индивидуальных домашних заданий предусматривает закрепление знаний, полученных при выполнении практических и лабораторных работ, получение практических навыков при планировании и организации научного исследования.

Целью задания по дисциплине является разработка плана проведения оптимизации технологического процесса на конкретном предприятии.

Вариантами задания являются предприятия по производству любых видов продукции. Объект определяется каждым студентом индивидуально по согласованию с ведущим преподавателем.

Расчетно-графическое задание в общем случае должно содержать 10-15 страниц машинописного (или рукописного) текста.

#### 5.4.1 Перечень контрольных задач для защиты РГЗ

##### Метод наименьших квадратов

Определить коэффициенты уравнения регрессии.

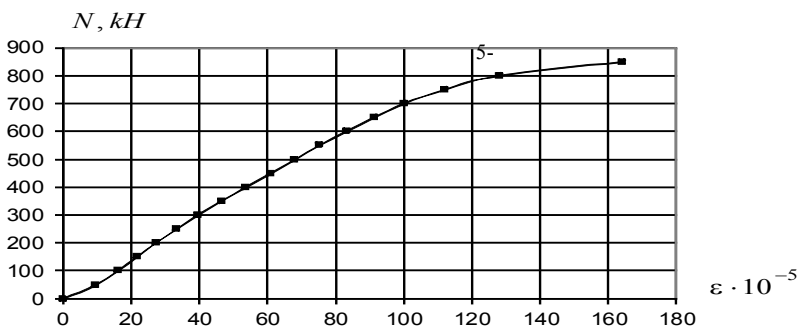
**Задание 1.** Для перевода твердости  $HRC$  (по Роквеллу) в твердость  $HB$  (по Бринелло) обычно используется табличная модель, полученная в результате эксперимента.

$HRC$	47	48	51	53	61
$HB$	440	460	495	522	627

Получить аналитическую зависимость  $HRC = f(HB)$ .

Определить твердость  $HRC$  при  $HB = 500$ .

**Задание 2.** В результате экспериментальных исследований сталебетонных колонн на сжатие была получена зависимость несущей способности  $N$ , кН, от продольных деформаций  $\epsilon$  в углах прямоугольного сечения:



Методом наименьших квадратов найти аналитическую зависимость  $N = f(\epsilon)$ .

Определить нагрузку  $N$  при  $\epsilon = 43 \cdot 10^{-5}$ .

**Задание 3.** В результате экспериментальных исследований сталебетонных образцов получена связь между изгибающим моментом  $M$  (тм) и кривизной  $k$  (1/м) при нагрузке 150 т:

$M$	4.2	8.2	12.1	15.9	18.6	20.6	22.5	24.8	26.5	28.7
$k \cdot 10^4$	3.6	7.2	10.7	14.3	17.9	21.5	25.0	28.6	32.2	35.8

Методом наименьших квадратов найти аналитическую зависимость  $M = f(k)$ .

Определить кривизну сечения при изгибающем моменте  $M = 19$  тм.

**Задание 4.** Коэффициент условий работы тяжелого бетона естественной влажности  $\gamma_{e1}$  при многократно

повторяющейся нагрузке определяется в зависимости от коэффициента асимметрии цикла  $\rho_e$ :

$\gamma_{e1}$	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.00
$\rho_e$	0-0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

МНК найти аналитическую зависимость  $\gamma_{e1} = f(\rho_e)$ .

Определить коэффициент условия работы при  $\rho_e = 0.32$

**Задание 5.** В результате эксперимента получена таблица значений несущей способности  $P$ , МН, в зависимости от предельного нормального напряжения  $\sigma$ , МПа:

$\sigma$	20	60	100	120	150	180	200
$P$	11	10,2	10	9,6	9,2	8,5	8,2

Методом наименьших квадратов найти аналитическую зависимость  $P = f(\sigma)$ .

Определить несущую способность  $P$ , если напряжение равно 80 МПа.

## Полный факторный эксперимент Обработка результатов полного факторного эксперимента

### Вариант 1

Для лабораторной молотковой дробилки установить зависимость между содержанием в измельченном угле фракций менее 3мм ( $z = y, \%$ ) и определяющими факторами  $X_1$  – шириной щели решетки ( $b$ ), мм;  $X_2$  – влажностью измельченного угля ( $v$ ),%;  $X_3$  – частотой вращения ротора ( $n$ ), мин<sup>-1</sup>.

Матрица планирования результатов экспериментов

Номер опыта	X			Y					
	1	2	3	Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Задание 5	Задание 6
1	-	-	-	7	5	6	7	5	6
	1	1	1	5,90	2,85	8,85	0,45	8,65	2,40
2	+	-	-	7	4	6	6	5	6
	1	1	1	5,10	7,80	5,20	2,50	6,15	0,85
3	-	+	-	7	4	6	6	5	6
	1	1	1	5,65	6,65	7,30	1,45	7,20	1,45
4	+	+	-	7	3	6	5	5	5
	1	1	1	5,15	6,25	2,15	6,60	0,15	7,30
5	-	-	+	8	6	7	8	6	6
	1	1	1	7,20	3,25	5,55	4,35	2,20	5,75
6	+	-	+	8	5	7	7	5	6
	1	1	1	4,15	4,90	0,20	8,30	7,00	0,15
7	-	+	+	8	6	6	8	5	5
	1	1	1	0,55	1,70	7,30	2,35	4,20	8,20
8	+	+	+	7	5	6	7	5	5
	1	1	1	8,45	6,00	3,20	7,55	0,45	6,00
9	0	0	0	7	5	6	7	5	5
	1	1	1	9,55	5,90	6,80	6,25	2,30	4,25
0	0	0	0	7	5	6	7	5	5
	1	1	1	9,40	4,70	5,75	5,85	2,15	3,10
1	0	0	0	7	5	6	7	5	5
	1	1	1	9,10	3,40	6,00	6,80	1,65	3,45

### Задание 1

Уровни факторов	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Верхний фактор	16	7	1000
Нижний фактор	10	5	600
Плоскость графика - $x_1x_3$			

### Задание 2

Уровни факторов	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Верхний фактор	20	10	900
Нижний фактор	10	5	600
Плоскость графика - $x_1x_3$			

### Задание 3

Уровни факторов	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Верхний фактор	16	10	900
Нижний фактор	10	5	600
Плоскость графика - $x_1x_3$			

### Вариант 2

Установить зависимость между интенсивностью износа прокатных валков ( $I_0 = y$ , мкм/об) и определяющими факторами  $X_1$  – температурой прокатываемого металла (Т),  $^{\circ}\text{C}$ ;  $X_2$  – абсолютным боковым обжатием ( $\Delta h$ ), мм;  $X_3$  – скоростью скольжения ( $\Delta v$ ), м/с .

#### Матрица планирования результатов экспериментов

Номер опыта	$X_1$	$X_2$	$X_3$	y					
				Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Задание 5	Задание 6
1	-1	-1	-1	0,024	0,069	0,186	0,115	0,001	0,038
2	+1	-1	-1	0,001	0,003	0,148	0,065	0,002	0,005
3	-1	+1	-1	0,140	0,240	0,368	0,262	0,158	0,096
4	+1	+1	-1	0,047	0,115	0,304	0,216	0,083	0,004
5	-1	-1	+1	0,030	0,097	0,198	0,120	0,013	0,045
6	+1	-1	+1	0,002	0,001	0,142	0,075	0,002	0,010
7	-1	+1	+1	0,137	0,253	0,411	0,267	0,167	0,104
8	+1	+1	+1	0,051	0,121	0,362	0,224	0,088	0,006
9	0	0	0	0,037	0,104	0,283	0,172	0,050	0,001
10	0	0	0	0,042	0,110	0,274	0,165	0,042	0,003
11	0	0	0	0,039	0,108	0,278	0,170	0,048	0,001

### Задание 1

Уровни факторов	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Верхний фактор	100	6	1,0
Нижний фактор	800	2	0,1
Плоскость графика - $x_1x_3$			

### Задание 2

Уровни факторов	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Верхний фактор	1000	6	0,9
Нижний фактор	730	1	0,1
Плоскость графика - $x_1x_3$			

### Задание 3

Уровни факторов	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Верхний фактор	900	8	0,8
Нижний фактор	800	1	0,2
Плоскость графика - $x_1x_3$			

## 5.5. Перечень контрольных работ

Учебным планом не предусмотрено выполнение студентами контрольных работ.

## 5.6. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	правила разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг
Умения	анализировать дефекты, вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов.
Навыки	основными методами экспериментально статистического моделирования анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Организует проведение измерений, испытаний, контроля и анализа качества с целью предотвращения выпуска дефектной продукции (несоответствующих работ и услуг)	Фрагментарное представление о правилах разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг	Неполные представления о правилах разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг	Хорошее представление о правилах разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг	Отлично представление о правилах разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Организует проведение измерений, испытаний, контроля и анализа качества с целью предотвращения выпуска дефектной продукции (несоответствующих работ и услуг) и алгоритмов	Допускает ошибки при анализе дефектов, вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать дефекты вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов	Умеет ставить задачи по выбранной тематике, применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов.	Сформированное умение корректно ставить задачи по выбранной тематике, применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов. Отлично знает методы решения актуальных и значимых проблем анализа дефектов и разработке предупреждающих и корректирующих мероприятий

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Организует проведение измерений, испытаний, контроля и анализа качества с целью предотвращения выпуска дефектной продукции (несоответствующих работ и услуг)	Фрагментарное владение навыками разработки основных методов экспериментального статистического моделирования и анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).	В целом успешное, но не систематическое владение навыками разработки основных методов экспериментального статистического моделирования и анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения навыками разработки основных методов экспериментально статистического моделирования и анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).	Успешное и систематическое владение навыками разработки основных методов экспериментального статистического моделирования и анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).

## 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	Лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доска аудиторная – 1 шт.</li> <li>2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт.</li> <li>3. Проектор – 1 шт.</li> <li>4. Компьютер – 1 шт.</li> </ol>
2	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доска аудиторная – 1 шт.</li> <li>2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт.</li> <li>3. Проектор – 1 шт.</li> <li>4. Компьютер – 1 шт.</li> <li>5. Стенды для проведения практических и лабораторных занятий</li> </ol>
3	Лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доска аудиторная – 1 шт.</li> <li>2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт.</li> <li>3. Проектор – 1 шт.</li> <li>4. Компьютер – 1 шт.</li> </ol>

### 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
3	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.



### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно–методических материалов

1. Чернышева Е.В. Учебное пособие по дисциплине «Основы теории эксперимента» для магистрантов по направлению подготовки 221400.68 «Управление качеством» / сост. Е.В,Чернышева. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. - с.
  2. Чернышева Е.В. Учебное пособие по дисциплине «Основы научных исследований, планирование и организация эксперимента» для магистрантов по направлению подготовки 221700 «Стандартизация и метрология» / сост. Е.В,Чернышева., И.Р.Серых – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. - 103 с.
  3. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П.Адлер. – М.: Металлургия, 1969. – 157 с.
  4. Бернштейн С.А. Очерки по теории строительной механики / С.А. Бернштейн. – М.: Госстройиздат, 1957. – 236 с.
  5. Исаханов Г.В. Основы научных исследований в строительстве / Г.В.Исаханов. – Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 208 с.
  6. Коробко В.И. Лекции по курсу «Основы научных исследований»: Учеб. пособие для студентов строительных специальностей вузов / В.И.Коробко. – М.: Изд-во АСВ стран СНГ, 2000. – 218 с.
  7. Лужин О.В. Вероятностные методы расчета сооружений: Учеб. пособие / О.В.Лужин. – М.: МИСИ, 1983. – 82 с.
  8. Матевосов Л.М. Охрана промышленной собственности / Л.М.Матевосов. – М.: ИНИЦ Роспатента, 2003. – 280 с.
  9. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В.Налимов. – М.: Наука, 1971. – 208 с.
  10. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов / В.И.Крутов, И.М.Грушко, В.В.Попов и др. – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.
  11. Патентный закон Российской Федерации от 23 сентября 1992 г. – М.: ФИПС, 2003. – 65 с.
  12. Подготовка и оформление заявок на изобретение: Метод. пособие / Г.С.Розенсон, Н.В.Кобря, Л.А.Юревич и др. – М., 1987. – 116 с.
  13. Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента и изобретения. – М.: ФИПС, 2003. – 157 с.
  14. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента / В.Б.Тихомиров. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 264 с.
  15. Кохановский В.А. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие/ В.А. Кохановский, М.Х. Сергеева.– Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2007.– 268с.
  16. Плешаков В.В. Планирование технологических экспериментов и обработка их результатов: учебное пособие/ В.В. Плешаков, А.Г. Схиртладзе.–.: Станкин, 2006. – 229с.
  17. Ящерицын П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаровский. – Мн.: Высшейша школа, 2005. – 286с.
  18. Дьяконов В. Matlab 2000: учебный курс./ В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2001 586 с.
  19. Дьяконов В. Mathcad 2000: учебный курс./В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2001 592 с.
  20. Дьяконов В. Mathematica: учебный курс./ В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2000 548 с.
- Дьяконов В. Maple: учебный курс./ В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2000 574 с

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

1. Международная организация по стандартизации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.org>
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gost.ru/portal/gost>
3. Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г. Шухова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20 /20 учебный год.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20 /20 учебный год.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20 /20 учебный год.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО