

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



**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: Информационных технологий и управляющих систем**  
**Кафедра: «Стандартизация и управление качеством»**

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (уровень бакалавриат), утвержденного приказом № 168 от 06.03.2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (Луценко О.В.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Стандартизация и управление качеством

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (А.А. Афанасьев)

« 27 » 04 2015 г.

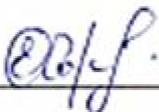
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 27 » 04 2015 г., протокол № 7/1

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (А.А. Афанасьев)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » 04 2015 г., протокол № 6/1

Председатель  (Ю.И. Солопов)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1.	ПК-2	Способностью участвовать в практическом освоении систем управления качеством	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> современные методы организации и планирования эксперимента; кибернетические и физико-математические методы ведения научно-исследовательских работ; возможность оптимизации технологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> производить сбор и анализ исходных информационных данных, применять методы планирования эксперимента для различных измерительных и экспериментальных задач, обрабатывать полученную информацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками построения математических моделей и решения задач оптимизации; навыками интерполяции результатов измерительного эксперимента.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Статистические методы в управлении качеством
2	Основы систем качества

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Квалиметрия
2	Технология разработки стандартов и нормативной документации
3	Преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>		
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические		
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	57	57
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	48	48
Форма промежуточная аттестация (зачет)	Зачет	Зачет

## 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			
		Лек	Кл	СР	Лаборатор
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 организации эксперимента. Основные термины и определения, нормативная база. Классификация методов планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент. Проверка воспроизводимости опытов. Вычисление погрешности эксперимента.	6		4	12
2	Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный факторный эксперимент. Свойства матрицы планирования. Вычисление коэффициентов регрессии				
	Свойства матрицы планирования. Вычисление коэффициентов регрессии.	6		4	12
3	Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация				
	Метод крутого восхождения. Симплексный метод.	6		4	12
4	Исследование области оптимальных условий				
	Ортогональное центральное композиционное планирование. Ротатабельное планирование. Каноническая форма уравнения регрессии.	6		5	12
ВСЕГО		34		17	48

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

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	Кол-во часов
семестр № 7			
1	Математические методы планирования эксперимента – новый кибернетический подход к инженерным исследованиям, имеющим экспериментальный характер	Проверка воспроизводимости опытов.	4
2	Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный факторный эксперимент. Свойства матрицы планирования. Вычисление коэффициентов регрессии.	Применение полнофакторного эксперимента для нахождения модели поверхности в окрестности базовой точки.	4
3	Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация	Применение метода крутого восхождения.	4
4	Исследование области оптимальных условий	Получение канонической формы уравнения регрессии.	5
ИТОГО			17

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

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Математические методы планирования эксперимента – новый кибернетический подход к инженерным исследованиям, имеющим экспериментальный характер	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какая система уравнений является математической моделью объекта в теории планирования эксперимента?</li> <li>2. Что представляет собой планирование эксперимента?</li> <li>3. Приведите формулу линейной модели наблюдений, содержащую неизвестные параметры.</li> <li>4. Приведите вывод формулы для оценки неизвестных параметров линейной модели наблюдений по методу наименьших квадратов.</li> <li>5. Какой критерий применяется для проверки гипотезы адекватности линейной модели наблюдений? Приведите формулу критерия.</li> <li>6. Дайте определение понятиям: эксперимент опыт, план эксперимента, планирование эксперимента в соответствии с ГОСТ 24026-80.</li> <li>7. Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента. Какая задача получила наибольшее распространение?</li> <li>8. Кибернетическая схематизация объекта</li> </ol>

		исследования. Дайте определения понятий фактор, отклик в соответствии с ГОСТ 24026-80.
2	<p>Экспериментально-статистические модели.  Математическое описание. Полный факторный эксперимент.  Свойства матрицы планирования.  Вычисление коэффициентов регрессии.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите формулу одномерной регрессионной модели эксперимента.</li> <li>2. Что представляет собой кодирование переменных модели?</li> <li>3. Приведите общий вид матрицы плана эксперимента.</li> <li>4. Приведите определение полного факторного эксперимента.</li> <li>5. Приведите матрицу планирования эксперимента с двумя факторами.</li> <li>6. Приведите матрицу полного факторного эксперимента <math>2^2</math>.</li> <li>7. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования эксперимента с двумя факторами.</li> <li>8. Приведите матрицу планирования эксперимента с тремя факторами.</li> <li>9. Приведите матрицу полного факторного эксперимента <math>2^3</math>.</li> <li>10. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования эксперимента с тремя факторами.</li> <li>11. Приведите матрицу планирования эксперимента с k факторами.</li> <li>12. Приведите матрицу полного факторного эксперимента <math>2^k</math>.</li> <li>13. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования.</li> <li>14. Что представляет собой понятие генератора плана?</li> <li>15. Каким образом может быть получена матрица дробного факторного эксперимента <math>2^{5-1}</math>?</li> <li>16. Приведите вид функции отклика дробного факторного эксперимента <math>2^{5-1}</math>.</li> <li>17. Приведите формулу для получения МНК – оценок неизвестных параметров функции дробного факторного эксперимента <math>2^{5-1}</math>.</li> <li>18. Каким образом может быть получена матрица дробного факторного эксперимента <math>2^{4-1}</math>?</li> <li>19. Приведите вид функции отклика дробного факторного эксперимента <math>2^{4-1}</math>.</li> <li>20. Приведите формулу для получения МНК оценок неизвестных параметров функции дробного факторного эксперимента <math>2^{7-1}</math>.</li> <li>21. Какие генерирующие соотношения могут быть использованы для построения дробной реплики <math>2^{5-2}</math>.</li> <li>22. Приведите вид матрицы дробного факторного плана эксперимента <math>2^{5-2}</math> при применении генерирующего соотношения <math>x_4 = x_1 x_2</math>.</li> <li>23. Приведите вид функции отклика дробного факторного эксперимента <math>2^{5-2}</math> и формулу для оценки неизвестных коэффициентов функции отклика.</li> </ol>

		<p>24. Приведите пример использования реплик для случая, когда число неизвестных параметров функции отклика больше числа опытов.</p> <p>25. Что такое «определяющий контраст»? Какой смысл заключен в этом понятии?</p>
3	Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация	<p>1. В чем состоит стратегии поиска экстремума функции отклика?</p> <p>2. Что представляет собой градиент многомерной функции?</p> <p>3. В чем состоит суть «шагового» метода изучения поверхности отклика?</p> <p>4. Какие процедуры составляют метод Бокса и Уилсона?</p> <p>5. Определите понятие «унимодальность функции».</p> <p>6. Приведите разложение функции в ряд Тейлора.</p> <p>7. Приведите графическую иллюстрацию метода Бокса и Уилсона.</p> <p>8. Приведите пример поиска экстремума функции отклика с применением полного факторного эксперимента <math>2^k</math>.</p> <p>9. Приведите пример крутого восхождения при поиске экстремума функции отклика.</p>
4	Исследование области оптимальных условий	<p>1. Особенности ортогонального и ротатабельного ЦКП.</p> <p>2. Построение матрицы ортогонального ЦКП для двух факторов.</p> <p>3. Основные выражения для расчета коэффициентов регрессии.</p> <p>4. Константы коэффициентов регрессии при ротатабельном ЦКП.</p> <p>5. Классификация поверхностей отклика.</p> <p>6. Методика получения канонического уравнения.</p>

**5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем  
(Не предусмотрены)**

**5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Обучающийся выполняет ИДЗ на тему «Планирование эксперимента при регрессионном анализе».

**5.4. Перечень контрольных работ  
(Не предусмотрены)**

## **6.ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

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. Бойко А.Ф. Теория планирования и организация многофакторных экспериментов: учебное пособие/А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. - 102 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015042216313090700000658858>

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Лагутин, М.В. Наглядная математическая статистика: учеб. пособие/ М.В. Лагутин – М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2007.- 472 с.
2. 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.
3. 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.
- 4.. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. - СПб.: Лань, 2015. — 320 с. — [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65949> .

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 320 с[Электронный ресурс].Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65949>
2. Сайт Международной организации по стандартизации. Режим доступа: <http://www.iso.org>.
3. Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS -

## **7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, лабораторных. Читальный зал библиотеки, компьютерные классы для самостоятельной работы. Аудитории для занятий оборудованные специализированной мебелью, мультимедийным проектором, переносным экраном, ноутбуком. Вся компьютерная техника, подключена к сети «Интернет» и имеет доступ в электронно-информационной образовательной среде университета.

Лицензионное ПО: Microsoft Office Professional 2013 Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014. Google Chrome, Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

Kaspersky Endpoint Center 10 Лицензионный договор № 17E0170707130320867250.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016 / 2017 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «10» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ А.А. Афанасьев  
подпись, ФИО

Директор института  \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов  
подпись, ФИО

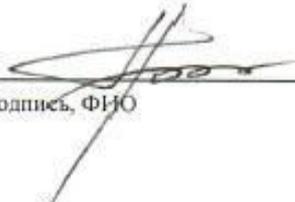
## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 / 2018 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «26» 06 2017 г.

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ А.А. Афанасьев  
подпись, ФИО

Директор института  \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 / 2019 учебный  
год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «18» 05 2018 г.

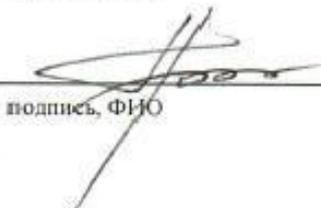
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

А.А. Афанасьев

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

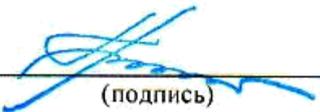
А.В. Белоусов

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «14» июня 2019 г.

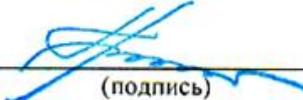
Заведующий кафедрой  О.В. Пучка  
(подпись)

Директор института  А.В. Белоусов  
(подпись)

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 / 2021 учебный год.  
Протокол № 8 заседания кафедры от «22» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой  О.В. Пучка  
(подпись)

Директор института  А.В. Белоусов  
(подпись)

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.  
Протокол № 8 заседания кафедры от «28» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Пучка О.В.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Данный курс состоит из лекций и практических работ. Поэтому студент должен быть ознакомлен со списком необходимой учебной и нормативной литературы, а также тематикой основных практических работ. Студент должен уметь оперировать основными формулами и определениями при выполнении расчетов.

Процесс изучения дисциплины «Планирование и организация эксперимента» предусматривает ряд функционально связанных этапов, включающих проведение практических аудиторных занятий и сдачу зачета по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов предполагает активное, последовательное и подробное освоение ими соответствующих учебных материалов дисциплины по всем ее структурным разделам с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы. При рассмотрении всех разделов дисциплины используются специальные нормативные документы, рекомендуется постоянная работа с Интернет-ресурсами, пользование программы «Норма». Итоговый контроль осуществляется в форме зачета.

**Первая тема** «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.

**Вторая тема** «Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный факторный эксперимент. Свойства матрицы планирования. Вычисление коэффициентов регрессии». Экспериментально-статистические модели. Математическое описание. Полный факторный эксперимент. Свойства матрицы планирования. Вычисление коэффициентов регрессии.

**Третья тема** «Оптимизация. Виды параметров оптимизации, их классификация». Метод крутого восхождения. Симплексный метод.

**Четвертая тема** «Исследование области оптимальных условий». Ортогональное центральное композиционное планирование. Ротатабельное планирование. Каноническая форма уравнения регрессии.