

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Богданов В.С.

« 28 » сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Планирование и организация эксперимента

направление подготовки:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств

Профиль:

Технология машиностроения

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная


**Институт технологического оборудования и машиностроения**

**Кафедра: Технология машиностроения**

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 11 августа 2016 г. №1000
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки 15.03.05-01 – Технология машиностроения

Составитель (составители): д.т.н., проф.  (Бойко А.Ф.)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 08 » сентября 2016 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Дююн Т.А.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » сентября 2016 г., протокол № 1

Председатель доцент  (Герасименко В.Б.)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции		Требования к результатам обучения
№	Компетенция	
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-4	способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-общие вопросы теории и практики планирования и организации эксперимента;</li> <li>-принципы и законы различных дисциплин при решении задач планирования и организации эксперимента;</li> <li>-современные методы оптимизации планирования эксперимента;</li> </ul> </li> <li>• <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать данные и характеристики явлений и процессов для построения математических моделей, делать теоретические выводы</li> </ul> </li> <li>• <b>Владеть</b> техникой лабораторного эксперимента для проверки теоретических выводов и математических моделей</li> </ul>
Производственно-технологическая деятельность		
ПК-19	способностью осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-принципы и законы различных дисциплин при решении задач планирования и организации эксперимента;</li> </ul> </li> <li>• <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>-применять современные математические программные пакеты Mathcad, Maple5, Matlab.</li> <li>-планировать на основе теории эксперимента решение различных задач;</li> <li>-применять теоретические положения, связанные с планированием и обработкой результатов экспериментов;</li> <li>-применять математический аппарат дисциплины при решении конкретной задачи.</li> </ul> </li> <li><b>Владеть</b> основными методами планирования экспериментов при решении исследовательских задач технологии машиностроения.</li> </ul>

#### 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
1. Введение. Основные понятия и определения.					
	Понятие о дисциплине «Планирование и организация эксперимента». Основные понятия и определения в экспериментальных исследованиях.	1	-	-	-
2. Полный факторный эксперимент.					
	Выбор уровней и интервалов варьирования факторов. Кодирование уровней факторов. Планы первого порядка. Построение матрицы планирования эксперимента.	2	4		5
3. Дробный факторный эксперимент.					
	Построение матрицы планирования эксперимента. Дробная реплика: определение, типы, обозначение.	2	-	-	1
4. Проведение эксперимента.					
	Отсевивание несущественных факторов. Компенсация влияния систематических погрешностей. Проведение и статистическая обработка параллельных (повторных) опытов. Сравнение двух выборок.	2	4		5
5. Обработка результатов факторного эксперимента					
	Регрессивный анализ. Метод наименьших квадратов. Варианты проведения эксперимента и обработки и результатов опытов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов. Раскодирование уровней регрессии.	4	4		6
6. Организация эксперимента					
	Виды экспериментов и их организационно-техническая подготовка. Программа и методика эксперимента. Журнал ведения эксперимента.	2	-	-	1
7. Отыскание оптимума в экстремальных экспериментах методом крутого восхождения по поверхности отклика.					
		4	5		7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		<b>25</b>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Темы практических занятий	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Проведение эксперимента.	Сравнение двух выборок	4	4
2	Полный факторный эксперимент.	Оценка тесноты парной корреляционной связи	4	4
3	Обработка результатов факторного эксперимента	Планирование, проведение и обработка результатов полного двухфакторного эксперимента типа $2^2$	4	4
4	Отыскание оптимума в экстремальных экспериментах методом крутого восхождения по поверхности отклика.	Графоаналитическое исследование поверхности отклика и линии равного отклика	5	5
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

#### 4.3.Содержание лабораторных занятий

Учебным планом и рабочей программой проведение лабораторных занятий не предусмотрено

## 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	2	3
1	<p>Введение. Основные понятия и определения.</p> <p>Понятие о дисциплине «Планирование и организация эксперимента». Основные понятия и определения в экспериментальных исследованиях</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о дисциплине «Планирование и организация эксперимента», об эксперименте и экспериментальных исследованиях.</li> <li>2. Этапы научно-исследовательской работы и содержание этапа «экспериментальные исследования».</li> <li>3. Понятие о планировании эксперимента, его цели и методы. Классические методы постановки эксперимента.</li> <li>4. Понятие о статистическом методе планирования эксперимента, его достоинства.</li> <li>5. Понятие об объекте исследования, его разновидности и предъявляемые к нему требования.</li> <li>6. Понятие о параметре оптимизации, его разновидности и предъявляемые к нему требования.</li> <li>7. Понятие о факторе, его области определения. Требования предъявляемые к факторам.</li> <li>8. Понятие о математической модели объекта, решаемые ею задачи. Понятие о поверхности отклика и факторном пространстве. Уравнение регрессии.</li> </ol>
2.	<p>Полный факторный эксперимент. Выбор уровней и интервалов варьирования факторов. Кодирование уровней факторов. Планы первого порядка. Построение матрицы планирования эксперимента.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о математической модели объекта, решаемые ею задачи. Понятие о поверхности отклика и факторном пространстве. Уравнение регрессии.</li> <li>2. Выбор вида математической модели. Примеры полиномов.</li> <li>3. Выбор уровней и интервалов варьирования факторов</li> <li>4. Кодирование уровней факторов. Понятие о плане первого порядка и полном факторном эксперименте</li> <li>5. Построение матрицы планирования двухфакторного эксперимента с искомой моделью в виде нелинейного полинома первой степени. Понятие о линейном эффекте взаимодействия.</li> <li>6. Свойства матрицы планирования эксперимента.</li> <li>7. Два приема построения матриц планирования многофакторных экспериментов для линейных моделей.</li> <li>8. Достоинства и построение матрицы планирования дробного факторного эксперимента на примере трехфакторного эксперимента.</li> <li>9. Дробная реплика: определение, типы, обозначение</li> </ol>

1	2	3
3	<p>Дробный факторный эксперимент. Построение матрицы планирования эксперимента. Дробная реплика: определение, типы, обозначение</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила смешивания линейных эффектов с эффектами взаимодействия и генерирующее соотношение в дробных репликах.</li> <li>2. Построить матрицу плана дробной реплики типа <math>2^{5-2}</math>. Показать достоинства плана.</li> <li>3. Определение предельного значения числа <math>P</math>, характеризующего дробность реплики.</li> <li>4. Методы отсеивания несущественных факторов. метод парной корреляции..</li> <li>5. Рандомизация опытов во времени: назначение, пример рандомизации трехмерного эксперимента.</li> </ol>
4.	<p>Проведение эксперимента. Отсеивание несущественных факторов. Компенсация влияния систематических погрешностей. Проведение и статистическая обработка параллельных (повторных) опытов. Сравнение двух выборок.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разбиение матрицы плана типа <math>2^k</math> на блоки : назначение, пример разбиения матрицы типа <math>2^3</math>.</li> <li>2. Понятие о параллельных опытах и их статистическая обработка: определение среднего значения измеренной величины, дисперсии и ошибки опыта.</li> <li>3. Выявление и исключение из результатов эксперимента сомнительных параллельных опытов</li> <li>4. Определение необходимого количества параллельных опытов.</li> <li>5. Сравнение двух выборок.</li> <li>6. Регрессивный анализ, его положения.</li> <li>7. Понятие линии регрессии, уравнение регрессии, методе наименьших квадратов. Задачи регрессивного анализа.</li> <li>8. Метод наименьших квадратов: назначение, вывод формул коэффициентов уравнения регрессии.</li> <li>9. Три варианта проведения эксперимента и их отличительная особенность.</li> </ol>
5.	<p>Обработка результатов факторного эксперимента. Регрессивный анализ. Метод наименьших квадратов. Варианты проведения эксперимента и обработки и результатов опытов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов. Раскодирование уровней регрессии.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов: определение среднего значения параметра, дисперсии и ошибки опыта, выявление и исключение из результатов эксперимента сомнительных параллельных опытов.</li> <li>2. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов: определение достаточности числа параллельных опытов, однородности дисперсий и дисперсии воспроизводимости всего эксперимента.</li> </ol>

6.	Организация эксперимента. Виды экспериментов и организационно-техническая подготовка. Программа и методика эксперимента. Журнал ведения эксперимента	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычисление коэффициентов модели и проверка их значимости в экспериментах без дублирования основных опытов.</li> <li>2. Проверка адекватности модели в экспериментах без дублирования основных опытов. Оценка точности модели в насыщенных планах эксперимента.</li> <li>3. Раскодирование уравнения регрессии для моделей в виде полинома</li> <li>4. Раскодирование уравнения регрессии для моделей в виде степенной функции.</li> <li>5. Виды экспериментов и организационно-техническая подготовка.</li> <li>6. Программа и методика эксперимента..</li> <li>7. Метрологическое обеспечение эксперимента</li> <li>8. Журнал ведения эксперимента.</li> </ol>
7.	Отыскание оптимума в экстремальных экспериментах методом крутого восхождения по поверхности отклика.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отыскание оптимума методом «крутого восхождения» по поверхности отклика: сущность принципа движения к оптимуму по градиенту функции отклика.</li> <li>2. Отыскание оптимума методом «крутого восхождения» по поверхности отклика: сущность шагового принципа движения к оптимуму, расчет координат точек при движении на примере однофакторного эксперимента.</li> <li>3. Выбор и расчет шагов движения по градиенту при отыскании оптимума методом «крутого восхождения». Понятие о «мысленных опытах». Порядок окончания «крутого восхождения».</li> </ol>

## **5.2.Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Учебным планом и рабочей программой проведение курсовых проектов и курсовых работ не предусмотрено.

## **5.3.Перечень индивидуальных домашних заданий.(ИДЗ)**

Цель ИДЗ научить студентов порядку и правилам планирования полных и дробных факторных экспериментов, выбирать уровни и интервалы варьирования факторов, кодировать уровни, строить матрицы планирования эксперимента, обрабатывать результаты опытов с использованием регрессивного анализа, метода наименьших квадратов.

При выполнении ИДЗ рекомендуется использовать литературные источники [4,5].

1. Структура и виды объектов исследования. Требования, предъявляемые к объекту исследования, выходным параметрам и факторам. Факторное пространство, функция и поверхность отклика. (13)



2. Выбор и кодирование уровней факторов и интервалов варьирования. Построение линейной матрицы планирования эксперимента, её свойства. (13)
3. Построение матриц планирования дробного факторного эксперимента. (13)
4. Порядок проведения эксперимента: отсеивание несущественных факторов, компенсация систематических погрешностей, статистическая обработка параллельных опытов. (13)
5. Обработка результатов эксперимента: регрессивный анализ, метод МНК, три варианта проведения и обработки результатов эксперимента. (13)
6. Организационно-техническая подготовка эксперимента: программа, методика и метрологическое обеспечение эксперимента. (13)
7. Задача оптимизации выходного параметра методом восхождения по поверхности отклика. (13)

#### **5.4. Перечень контрольных работ**

Учебным планом и рабочей программой контрольных работ не предусмотрено.

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

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

1. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов: учебное пособие / А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова. - Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 2014. 102с.
2. Бойко А.Ф. Теория планирования и организация многофакторных экспериментов: [электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направлений бакалавриата 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.01 – Машиностроение, специальности 15.05.01 – Проектирование технол. машин и комплексов и магистратуры 15.04.05 - Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / А.Ф. Бойко, М.Н. Воронкова; БГТУ им. В.Г. Шухова. - Электрон. текстовые данные. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. - Режим доступа:  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/201504221631309070000658858>
3. Бойко А.Ф. Планирование и организация эксперимента: [электронный ресурс]: лаб. практикум: учеб. пособие для студентов направления бакалавриата 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств / А.Ф. Бойко, Т.А. Блинова; Мин-во образования и науки РФ, БГТУ им. В.Г. Шухова. - Электрон. текстовые данные. - Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. - Режим доступа:  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015122515225109200000658701>

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

1. Плешаков В.В. Планирование технологических экспериментов и обработка их результатов: учебное пособие / В.В. Плешаков, А.Г. Схиртладзе. – : Станкин, 2006. – 229с.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://elibrary.rsl.ru> – электронная библиотека РГБ;
2. <http://lib.walla/> – публичная электронная библиотека;
3. <http://techlibrary.ru> – техническая библиотека;
4. <http://window.edu.ru/window/library> – электронная библиотека научно-технической литературы;
5. <http://www.techlit.ru> – библиотека нормативно-технической литературы;
6. <http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства «Лань»;
7. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Планирование и организация эксперимента	<p>Специализированная аудитория для проведения лекционных занятий УК№4, №305. Лаборатория по специальным предметам для проведения лабораторных занятий УК№4, № 315</p> <p>Специализированная лаборатория САПР для курсового проектирования, дипломного проектирования, проведения самостоятельной работы УК№4, №313.</p>	<p>Специализированная мебель, мультимедийный проектор с интерактивной доской, ПК</p> <p>Специализированная мебель, Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, станок электропрошивочный ВЧЭП101, Станок электроискровой прошивочный мод.0,4, электронный термометр модели ДТ-635-4 (Япония), термометр инфракрасный FJ 54, цифровой штангенциркуль 0...150мм, цифровой мультиметр модели ДТ-838, микрометр МК-25-0,01, микроскоп Levenhuk D70L</p> <p>Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.</p>	<p>Microsoft Office Professional 2013</p> <p>Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014.</p>

#### Перечень договоров ЭБС (за период, соответствующий сроку получения образования по ООП)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2016/2017	Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Гражданско-правовой договор (Контракт) № 0326100004116000047-0003147-01	С 02 августа 2016 г. по 01 сентября 2017 г.
	Электронно-библиотечная система IPRbooks. Гражданско-правовой договор (Контракт) №0326100004116000048-0003147-01	С 05 августа 2016 г. по 01 сентября 2017 г.

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE». Гражданско-правовой договор (Контракт) № 265-10/16	С 02 декабря 2016 г. по 01 декабря 2019 г.
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Гражданско-правовой договор (Контракт) № SU-09-11/2015-1	С 17 декабря 2015 г. по 31 декабря 2016 г.
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Гражданско-правовой договор (Контракт) № SU-12-12/2016-1	С 26 декабря 2016 г. по 31 декабря 2017 г.
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки. Договор № 095/04/0335	С 03 октября 2016 г. по 31 декабря 2016 г.
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки. Договор № 095/04/0009	С 20 февраля 2017 г. по 20 мая 2017 г.
База данных Scopus. Сублицензионный Договор № Scopus/082	С 20 июля 2016 г. по 31 декабря 2016 г.
Баз данных Web of Science. Сублицензионный Договор № WoS /009	С 20 сентября 2016 г. по 31 декабря 2016 г.
Баз данных Web of Science. Сублицензионный Договор № WoS/47	С 01 апреля 2017 г. по 31 марта 2018 г.
Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех»). БГТУ им. В.Г. Шухова	
Справочно-поисковая система «Консультант - плюс». Договор о сотрудничестве	С 01 января 2016 г. пролонгируется
Справочно-поисковая система «NormaCS». Соглашение о сотрудничестве № 20/15	С 23 марта 2015 г. пролонгируется
Справочно-поисковая система «NormaCS». Соглашение о сотрудничестве № 21	С 24 апреля 2017 г. по 31 декабря 2017 г.
Справочно-поисковая система «СтройКонсультант». Договор № 614	С 19 сентября 2016 г. по 18 сентября 2017 г.
Национальная электронная библиотека. Договор № 101/НЭБ/1653	С 10 августа 2016 г. пролонгируется
Электронная библиотека НИУ БелГУ. Договор № Д-42/3	С 22 января 2013 г. по 21 января 2018 г.
Электронная библиотека НИУ БГАУ им. В.Я. Горина. Договор № 26/13	С 28 января 2013 г. по 27 января 2018 г.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.  
Протокол № 17 заседания кафедры от «24» 06 2018.

Заведующий кафедрой



Т.А. Дююн

подпись, ФИО

Директор института



В.С. Богданов

подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменения утверждена на 2018/2019 учебный год.

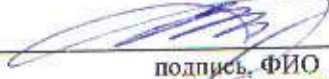
Протокол № 11 заседания кафедры от « 16 » 05 2018 г.


Заведующий кафедрой  Дююн Т.А.

Директор института  Латышев С.С.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от « 07 » 06 2019 г.

Заведующий кафедрой  (Т.А. Дююн)  
подпись, ФИО

Директор института  (С.С. Латышев)  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «25» МАЯ 2020 г.

Заведующий кафедрой



Дуюн Т.А.

Директор института



Латышев С.С.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11/1 заседания кафедры от «14» МАЯ 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Дуюн Т.А.

Директор института \_\_\_\_\_ Латышев С.С.