

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
 Декан факультета энергетики
 и систем управления
 А.В. Бурковский
 (подпись)
 « 31 августа » 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Методология экспериментальных исследований

Закреплена за кафедрой электропривода, автоматики и управления в технических системах

Направление подготовки (специальности):

27.04.04 Управление в технических системах

(код, наименование)

Магистерская программа **Теория систем управления**

(название профиля по УП)

Часов по УП: 108; Часов по РПД: 108;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 108; Часов по РПД: 108;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 0

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 34

Часов на самостоятельную работу по УП: 72 (63%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 72 (63%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Зачет - 2; , Контрольная работа - 2.

Форма обучения: очная;

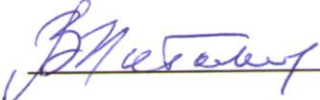
Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Вид занятий | № семестров, число учебных недель в семестрах | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----|------------|------------|--------|-----|--------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|------------|------------|
| | 1 / 18 | | 2 / 18 | | 3 / 18 | | 4 / 10 | | | | | | | | | | Итого | |
| | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД |
| Лекции | | | 18 | 18 | | | | | | | | | | | | | 18 | 9 |
| Лабораторные | | | - | - | | | | | | | | | | | | | - | - |
| Практические | | | 18 | 18 | | | | | | | | | | | | | 18 | 18 |
| Ауд. занятия | | | 36 | 36 | | | | | | | | | | | | | 36 | 36 |
| Сам. работа | | | 72 | 72 | | | | | | | | | | | | | 72 | 72 |
| Итого | | | 108 | 108 | | | | | | | | | | | | | 108 | 108 |

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 27.04.04 «Управление в технических системах»: утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1414

Программу составил:  д.т.н. Данилов А.Д.

Рецензент (ы):  д.т.н. Питолин В.М.

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 27.04.04 «Управление в технических системах»: утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1414

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах
протокол № 1 от 28 августа 2018 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС  В.Л. Бурковский

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-------|---|
| 1.1 | <p>Цель изучения дисциплины – обеспечение фундаментальной подготовки у будущего специалиста способности использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления.</p> <p>Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов способности к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов.</p> |
| 1.2 | <p>Для достижения цели ставятся задачи:</p> |
| 1.2.1 | <p>изучение общих положений теории планирования эксперимента, выбор параметров оптимизации;</p> |
| 1.2.2 | <p>освоение методов градиентной оптимизации совместно с методами планирования эксперимента;</p> |
| 1.2.3 | <p>ознакомление магистрантов с основными планами решения задач оптимизации;</p> |
| 1.2.4 | <p>умение обрабатывать результаты эксперимента и проверять адекватность модели;</p> |
| 1.2.5 | <p>приобретение навыков проведения экспериментальных исследований.</p> |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

| | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОПОП: Б1 | код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.1.1 |
| <p>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</p> | |
| <p>Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по высшей математике в пределах программы бакалавриата</p> | |
| <p>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</p> | |
| Б1.В.ДВ.3 | Методы и алгоритмы обработки сигналов и изображений |
| Б1.В.ДВ.5 | Прикладные модели и методы системного анализа |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|------|--|
| ПК-4 | <p>способность к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов</p> |
|------|--|

| | |
|-------|--|
| ПК-5 | способность анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения |
| ПК-10 | способность использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления |
| ПК-18 | готовность участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|---|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | основные виды параметров оптимизации; (ПК-10) |
| 3.1.2 | требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента; (ПК-4) |
| 3.1.3 | принципы выбора моделей; (ПК-4) |
| 3.1.4 | методы проведения факторного эксперимента; (ПК-4, ПК-10, ПК-5, ПК-18) |
| 3.1.5 | способы оценки адекватности модели и значимости оценок коэффициентов. (ПК-4, ПК-10) |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | разрабатывать планы, программы и методики проведения экспериментальных исследований; (ПК-4, ПК-10, ПК-5, ПК-18) |
| 3.2.2 | варьировать всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам; (ПК-10) |
| 3.2.3 | использовать математический аппарат для формализации результатов эксперимента. (ПК-10) |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | навыками выбора четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов; (ПК-4, ПК-10, ПК-5, ПК-18) |
| 3.3.2 | навыками обработки экспериментальных данных. (ПК-10) |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № П./п | Наименование раздела дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах | | | | |
|--------|--|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----|-------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| 1 | Основные понятия теории планирования эксперимента. | 2 | 1-4 | 4 | 2 | - | 14 | 20 |
| 2 | Полный факторный эксперимент | 2 | 5-8 | 4 | 4 | - | 15 | 23 |
| 3 | Дробный факторный эксперимент | 2 | 9-12 | 4 | 4 | - | 15 | 23 |
| 4 | Проведение эксперимента. Обработка | 2 | 13-16 | 4 | 4 | - | 15 | 23 |

| | | | | | | | | |
|---|--|---|-------|----|----|---|----|-----|
| | результатов эксперимента | | | | | | | |
| 5 | Принятие решений после построения модели | 2 | 17-18 | 2 | 4 | - | 13 | 19 |
| | Итого | | | 18 | 18 | - | 72 | 108 |

4.1 Лекции

| Неделя семестра | Тема и содержание лекции | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) |
|--|--|-------------|---|
| 2 семестр | | 18 | 18 |
| Основные понятия теории планирования эксперимента | | | |
| 1-4 | Основные определения теории планирования эксперимента. Объект исследования. Параметр оптимизации. Факторы. Требования к совокупности факторов. Выбор модели. <i>Самостоятельное изучение:</i> Шаговый принцип. Полиномиальные модели. | 4 | 4 |
| Полный факторный эксперимент | | | |
| 5-8 | Принятие решений перед планированием эксперимента. Выбор основного уровня. Выбор интервалов варьирования. Полный факторный эксперимент. Свойства факторного эксперимента типа 2 ^k . <i>Самостоятельное изучение:</i> Полный факторный эксперимент и математическая модель. | 4 | 4 |
| Дробный факторный эксперимент | | | |
| 9-12 | Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Выбор 1/4 реплик. <i>Самостоятельное изучение:</i> Обобщающий определяющий контраст. Реплики большой дробности. | 4 | 4 |
| Проведение эксперимента. Обработка результатов эксперимента | | | |
| 13-16 | Проведения эксперимента. Ошибки параллельных опытов. Дисперсия параметра оптимизации. Проверка однородности дисперсий. Обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ. <i>Самостоятельное изучение:</i> Рандомизация. Разбиение матрицы типа 2 ^k на блоки. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. | 4 | 4 |
| Принятие решений после построения модели | | | |
| 17-18 | Принятие решений после построения модели. Интерпретация результатов. Принятие решений после построения модели процесса. Построение интерполяционной формулы, линейная модель неадекватна. <i>Самостоятельное изучение:</i> Крутое восхождение по поверхности отклика. Принятие решений после крутого восхождения. | 2 | 2 |

4.2 Практические занятия

| Неделя семестра | Тема и содержание практического занятия | Объем часов | В том числе, в интерактивной форме (ИФ) | Виды контроля |
|--|---|-------------|---|---------------------------------|
| 2 семестр | | 18 | 16 | |
| Основные понятия теории планирования эксперимента | | 2 | 2 | |
| 1-4 | Объект исследования. Параметры оптимизации. Факторы эксперимента. Выбор модели. | 2 | 2 | опрос |
| Полный факторный эксперимент | | 4 | 4 | |
| 5-6 | Выбор основного уровня. Выбор интервалов варьирования. Полный факторный эксперимент. | 2 | 2 | опрос |
| 7-8 | Свойства факторного эксперимента типа 2 ^k . Полный факторный эксперимент и математическая модель | 2 | 2 | опрос |
| Дробный факторный эксперимент | | 4 | 4 | |
| 9-10 | Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Выбор полуреплик. | 2 | 2 | опрос |
| 11-12 | Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Выбор 1/4 реплик. Обобщающий определяющий контраст. Реплики большой дробности. | 2 | 2 | опрос |
| Проведение эксперимента. Обработка результатов эксперимента | | 4 | 2 | |
| 13-14 | Проведения эксперимента. Ошибки параллельных опытов | 2 | 1 | опрос |
| 15-16 | Дисперсия параметра оптимизации. Проверка однородности дисперсий. Рандомизация. Разбиение матрицы типа 2 ^k на блоки. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Контрольная работа | 1 1 | 1 | опрос Контрольная работа |
| Принятие решений после построения модели | | 4 | 4 | |
| 17-18 | Интерпретация результатов. Принятие решений после построения модели процесса. Построение интерполяционной формулы. Крутое восхождение по поверхности отклика. | 2 | 2 | опрос |
| | Доклады по темам рефератов. Зачет | 2 | 2 | Реферат Зачет |
| Итого часов | | 18 | 16 | |

4.3 Лабораторные работы

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

| Неделя семестра | Содержание СРС | Виды контроля | Объем часов |
|------------------|---|-------------------------|-------------|
| 2 семестр | | Зачет | 72 |
| 1-4 | Подготовка к практическому занятию | опрос | 5 |
| | Работа с конспектом лекций, с учебником | проверка конспекта | 5 |
| | Анализ индивидуального задания для написания реферата | консультация | 5 |
| 5-8 | Работа с конспектом лекций, с учебником | проверка конспекта | 5 |
| | Подготовка к практическому занятию | опрос | 5 |
| | Подготовка материалов для реферата | консультация | 5 |
| 9-12 | Работа с конспектом лекций, с учебником | проверка конспекта | 5 |
| | Подготовка к практическому занятию | опрос | 5 |
| | Подготовка материалов для реферата | консультация | 5 |
| 13-16 | Работа с конспектом лекций, с учебником | проверка конспекта | 5 |
| | Подготовка к контрольной работе | контрольная работа | 7 |
| | Подготовка материалов для реферата | консультация | 5 |
| 17-18 | Работа с конспектом лекций, с учебником | проверка конспекта | 2 |
| | Подготовка к практическому занятию | опрос | 2 |
| | Написание реферата | доклад по теме реферата | 6 |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|-----|--|
| | В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии: |
| 5.1 | Информационные лекции, лекции-беседы; |
| 5.2 | Практические занятия: а) работа в команде (ИФ) - совместное обсуждение вопросов лекций, материалов для самостоятельного изучения, решение творческих задач (метод Делфи); б) контрольная работа. |
| 5.3 | лабораторные работы: |
| 5.4 | самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, – подготовка к текущему контролю успеваемости, – подготовка к докладу по теме реферата, – подготовка к контрольной работе, – подготовка к зачету. |
| 5.5 | консультации по всем вопросам учебной программы. |

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ,
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ**

| | |
|------------|---|
| 6.1 | Контрольные вопросы и задания |
| 6.1.1 | Используемые формы текущего контроля: <ul style="list-style-type: none"> – опрос; – проверка конспекта; – контрольная работа; – доклад по теме реферата. |
| 6.1.2 | Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольной работы, темы рефератов. Фонд оценочных средств представлен в учебно – методическом комплексе дисциплины (Приложение 2). |

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| 7.1 Рекомендуемая литература | | | | |
|---|---|--|------------------------------|----------------|
| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Годы издания. Вид издания | Обеспеченность |
| 7.1.1. Основная литература | | | | |
| 7.1.1.1 | Новикова Н.М. | Обработка экспериментальных данных: учебное пособие | 2011 печат. | 1 |
| 7.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| 7.1.2.1 | Золотухин И.В. и др. | Экспериментальные методы исследований: учебное пособие | 2010 печат. | 0,5 |
| 7.1.3 Методические разработки | | | | |
| 7.1.3.1 | Волкова В.Н., Козлова В.Н. | Системный анализ и принятие решений: учебное пособие | 2010 печат. | 0,7 |
| 7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы | | | | |
| 7.1.4.1 | Мультимедийные лекционные демонстрации: | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> – Структура параметров оптимизации; – Геометрическое представление черного ящика; – Графическое представление поверхности отклика; – Структурное представление выбора основного уровня; – Блок-схема низкой точности фиксирования факторов; – Блок-схема средней точности фиксирования факторов; – Блок-схема высокой точности фиксирования факторов; – Матрицы планирования для нескольких факторов; – Структура ошибок измерения; – Блок схема принятия решений при определении оптимальных условий; – Блок схема принятия решений в задаче построения интерполяционной формулы; – Блок-схема принятия решений при крутом восхождении. | | | |

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | |
|------------|--|
| 8.1 | Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой |
| 8.2 | Учебные лаборатории: |
| 8.3 | Дисплейный класс: |
| 8.4 | Кабинеты , оборудованные проекторами и интерактивными досками |

Приложение 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие | Год издания. Вид издания. | Обеспеченность |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------|
| 1. Основная литература | | | | |
| 1.1 | Новикова Н.М. | Обработка экспериментальных данных: учебное пособие | 2011 печат. | 1 |
| 2. Дополнительная литература | | | | |
| 2.1 | Золотухин И.В. и др. | Экспериментальные методы исследований: учебное пособие | 2010 печат. | 0,5 |
| 3. Методические разработки | | | | |
| 3.1 | Волкова В.Н., Козлова В.Н. | Системный анализ и принятие решений: учебное пособие | 2010 печат. | 0,7 |

Зав. кафедрой ЭАУТС _____

В.Л. Бурковский

Приложение 2

| | |
|----------|--|
| 1 | Вопросы к контрольным работам: <ul style="list-style-type: none">- Объект исследования;- Виды параметров оптимизации;- Требования, предъявляемые к факторам оптимизации;- Полиномиальные модели;- Выбор основного уровня в полном факторном эксперименте;- Выбор интервалов варьирования в полном факторном эксперименте;- Матрица планирования эксперимента;- Полный факторный эксперимент и математическая модель;- Минимизация числа опытов;- Выбор полуреплик в дробном факторном эксперименте;- Реплики большой дробности;- Ошибки параллельных опытов;- Дисперсия параметра оптимизации;- Проверка однородности дисперсий;- Обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов;- Обработка результатов эксперимента. Регрессионный анализ.- Проверка адекватности модели;- Интерпретация результатов эксперимента;- Принятие решений после построения модели процесса;- Построение интерполяционной формулы;- Принятие решений после крутого восхождения. |
| 2 | Темы рефератов <ul style="list-style-type: none">- Понятие о физической величине;- Полный факторный эксперимент;- Дробный факторный эксперимент;- Проведение эксперимента;- Обработка результатов эксперимента;- Принятие решений после построения модели;- Свойства факторного эксперимента типа 2^k;- Дисперсия параметра оптимизации;- Интерпретация результатов факторного эксперимента;- Крутое восхождение по поверхности отклика. |
| 3 | Вопросы к зачету <ul style="list-style-type: none">- Объект исследования;- Виды параметров оптимизации;- Требования, предъявляемые к факторам оптимизации;- Полиномиальные модели;- Выбор основного уровня в полном факторном эксперименте;- Выбор интервалов варьирования в полном факторном эксперименте;- Матрица планирования эксперимента;- Полный факторный эксперимент и математическая модель;- Минимизация числа опытов;- Выбор полуреплик в дробном факторном эксперименте; |

- Реплики большой дробности;
- Ошибки параллельных опытов;
- Дисперсия параметра оптимизации;
- Проверка однородности дисперсий;
- Обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов;
- Обработка результатов эксперимента. Регрессионный анализ.
- Проверка адекватности модели;
- Интерпретация результатов эксперимента;
- Принятие решений после построения модели процесса;
- Построение интерполяционной формулы;
- Принятие решений после крутого восхождения.