

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

“ 26 ” 05 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА»**

(наименование в соответствии с РУП)

Направление подготовки (специальность)

15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль)

**Автоматизация технологических процессов и производств
(по отраслям)**

(наименование профиля/специализации)

Квалификация выпускника

Магистр

(в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 12 сентября 2013 г. N 1061 "Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования" (с изменениями и дополнениями)

Воронеж

Разработчик Алексеев М.В., доцент, к.т.н.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. каф. ИУС Хаустов И.А., профессор, д.т.н.

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины “Методы планирования эксперимента” являются: формирование знаний и умений у магистранта о способах проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации.

Задачи дисциплины:

- математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий проведения научных исследований;
- сбор, обработка, анализ, систематизация и обобщение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбор методов и средств решения практических задач.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3	4
1	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	ИД1 _{УК-3} Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу команды для достижения поставленной цели
2	ОПК-10	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	ИД-1 _{ОПК-10} Знает и умеет использовать методы определения показателей качества применяемых автоматизированных систем управления
3	ПКв-4	Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции	ИД-1 _{ПКв-4} Организует и проводит экспериментальные исследования на действующих мехатронных и робототехнических системах с целью определения их эффективности и определения путей совершенствования механизации, автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой продукции

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
1	2
ИД1 _{УК-3} Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу команды для достижения поставленной цели	Знает: принципы руководства и взаимодействия в команде для достижения поставленной цели
	Умеет: составлять план сбора и обработки экспериментальных данных
	Владеет: навыком организации исследовательской работы
ИД-1 _{ОПК-10} Знает и умеет использовать методы определения	Знает: теоретические основы и принципы методов анализа и обработки экспериментальной информации

показателей качества применяемых автоматизированных систем управления	Умеет: составлять модели систем с применением экспериментально-статистического подхода
	Владеет: навыком моделирования, анализа и синтеза систем с использованием программных средств
ИД-1 пкв-4 Организует и проводит экспериментальные исследования на действующих мехатронных и робототехнических системах с целью определения их эффективности и определения путей совершенствования механизации, автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой продукции	Знает: правила оформления документации
	Умеет: разрабатывать техническую документацию по результатам исследований
	Владеет: навыком выполнения исследовательских работ

3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина “Методы планирования эксперимента” относится к блоку 1 дисциплин обязательной части.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении следующей дисциплины:

“Системный анализ и моделирование”.

Дисциплина “Методы планирования эксперимента” является предшествующей для освоения дисциплин:

“Идентификация объектов и систем управления”,

“Современные программные средства моделирования и управления”.

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Виды учебной работы	Всего, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		1
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	42,5	42,5
Лекции	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	34	34
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	34	34
Лабораторные занятия	-	-
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,4	$0,05 \cdot 8 = 0,4$
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа обучающихся:	101,5	101,5
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	80,25	$1284 : 16 \cdot 1 = 80,25$
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	2,25	$36 : 16 \cdot 1 = 2,25$

Выполнение практической работы:		
- оформление текста работы	5	10·0,5=5
- создание программ без графической оболочки	14	7·2=14

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, ак. ч
1	2	3	4
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Получение уравнений множественной регрессии. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Линейная, параболическая и трансцендентная регрессии. Основы корреляционного анализа	71,75
2	Методы планирования эксперимента	Понятие эксперимента. Пассивный и активный эксперимент. Планирование эксперимента. Методы планирования. Факторное пространство. Функция отклика. Разложение функции отклика. Пространство кодированных факторов. Оптимальное двухуровневое планирование. Ортогональное планирование эксперимента. Свойства плана. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планы ПФЭ 2 ⁿ . Геометрическое отображение плана ПФЭ в факторном пространстве. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Планы ДФЭ. Примеры построения планов ПФЭ и ДФЭ. Планы первого и второго порядков. Формирование функции отклика в виде полного квадратичного полинома. Рототабельное планирование. Примеры рототабельных планов	71,75
		<i>Консультации текущие</i>	0,4
		<i>Зачет</i>	0,1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ, ак. ч	ЛЗ, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	4	17	-	50,75
2	Методы планирования эксперимента	4	17	-	50,75
	<i>Консультации текущие</i>				0,4
	<i>Зачет</i>				0,1

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	2	3	4
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Получение уравнений множественной регрессии. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Линейная, параболическая и трансцендентная регрессии. Основы корреляционного анализа	4
2	Методы планирования	Понятие эксперимента. Пассивный и активный эксперимент. Планирование эксперимента.	4

	эксперимента	Методы планирования. Факторное пространство. Функция отклика. Разложение функции отклика. Пространство кодированных факторов. Оптимальное двухуровневое планирование. Ортогональное планирование эксперимента. Свойства плана. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планы ПФЭ 2n. Геометрическое отображение плана ПФЭ в факторном пространстве. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Планы ДФЭ. Примеры построения планов ПФЭ и ДФЭ. Планы первого и второго порядков. Формирование функции отклика в виде полного квадратичного полинома. Рототабельное планирование. Примеры рототабельных планов	
--	--------------	---	--

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	2	3	4
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Идентификации моделей технологических процессов по экспериментальным данным с помощью экспериментально-статистических методов (метод наименьших квадратов, метод Брандона)	17
2	Методы планирования эксперимента	Идентификации моделей технологических процессов по экспериментальным данным с помощью методов планирования эксперимента (оптимальное двухуровневое планирование, ортогональное планирование, рототабельное планирование)	17

5.2.3 Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
-	-	-	-

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	2	3	4
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Проработка материалов по учебникам, Оформление отчета по практической работе (идентификация модели технологического процесса по экспериментальным данным с помощью метода наименьших квадратов: составление математической формулировки задачи; разработка программы расчета; анализ полученных результатов), пробное тестирование	50,75
2	Методы планирования эксперимента	Проработка материалов по учебникам, Оформление отчета по практической работе (идентификация модели технологического процесса по экспериментальным данным с помощью метода оптимального двухуровневого планирования: составление математической формулировки задачи; разработка программы расчета; анализ полученных результатов), пробное тестирование	50,75

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. *Сидняев, Н. И.* Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Текст] : учеб. пособие (гриф УМО) / Н. И. Сидняев. – М. : Юрайт, 2015. –495 с.
2. *Кудряшов, В. С.* Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2012. –208 с.

ЭБС “Университетская библиотека online”

<http://biblioclub.ru>

Буканова, Т.С. Моделирование систем управления : учебное пособие / Т.С. Буканова, М.Т. Алиев ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 144 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483694>

Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – 5-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 644 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573179>

6.2 Дополнительная литература

1. Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad [Текст] : учебное пособие для студ. вузов (гриф УМО) / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. - М. : Кноркс : Инфра-М, 2016. - 208 с.
2. *Воскобойников, Ю. Е.* Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad [Текст] : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников. – СПб. : Лань, 2011. –224 с.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Построение и анализ математических моделей методами планирования эксперимента [Текст] : метод. указания по выполнению практической работы по курсам “Планирование эксперимента”, “Статистический анализ экспериментальных данных” / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. М. В. Алексеев. – Воронеж : ВГУИТ, 2013. –36 с.

<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/610>

1. Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad : учебное пособие / Т.В. Лаптева, Н.Н. Зиятдинов, С.А. Лаптев, Д.Д. Первухин ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 248 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612446>

2. Дуев, С.И. Решение задач математического моделирования в системе MathCAD : учебное пособие / С.И. Дуев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 128 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500681>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Используемые информационные технологии:

- текстовый редактор Microsoft Word или LibreOffice (оформление пояснительной записки практической работы);
- математический пакет MathCAD или SMathStudio (выполнение программ расчета параметров моделей);
- интернет ресурсы (информация по работе с математическим пакетом):
< <https://www.mathcad.com/ru>>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные лаборатории кафедры ИУС.

Ауд. 324, 327: рабочие станции (текстовые редакторы, математические пакеты).

8. Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	13,5	15,8
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8	8
Лабораторные занятия	-	-
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Консультации текущие	0,9	$0,15 \cdot 6 = 0,9$
Виды аттестации (зачет)	0,9	$0,8 + 0,1 = 0,9$
Самостоятельная работа обучающихся:	124,3	124,3
Проработка материала по учебникам	103,05	$1649:16 \cdot 1 = 103,05$
Подготовка к практическим занятиям	2,25	$36:16 \cdot 1 = 2,25$
Выполнение практической работы:		
- оформление текста работы	5	$10 \cdot 0,5 = 5$
- создание программ без графической оболочки	14	$7 \cdot 2 = 14$
Контроль	3,9	3,9

**АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ
«Проектирование автоматизированных систем»**
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3	4
1	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	ИД1 _{УК-3} Вырабатывает стратегию сотрудничества и на ее основе организует работу команды для достижения поставленной цели
2	ОПК-10	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	ИД-1 _{ОПК-10} Знает и умеет использовать методы определения показателей качества применяемых автоматизированных систем управления
3	ПКв-4	Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции	ИД-1 _{ПКв-4} Организует и проводит экспериментальные исследования на действующих мехатронных и робототехнических системах с целью определения их эффективности и определения путей совершенствования механизации, автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой продукции

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать принципы руководства и взаимодействия в команде для достижения поставленной цели; теоретические основы и принципы методов анализа и обработки экспериментальной информации; правила оформления документации.

Уметь составлять план сбора и обработки экспериментальных данных; составлять модели систем с применением экспериментально-статистического подхода; разрабатывать техническую документацию по результатам исследований.

Владеть навыком организации исследовательской работы; навыком моделирования, анализа и синтеза систем с использованием программных средств; навыком выполнения исследовательских работ.

Содержание разделов дисциплины. Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Получение уравнений множественной регрессии. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Линейная, параболическая и трансцендентная регрессии. Основы корреляционного анализа. Понятие эксперимента. Пассивный и активный эксперимент. Планирование эксперимента. Методы планирования. Факторное пространство. Функция отклика. Разложение функции отклика. Пространство кодированных факторов. Оптимальное двухуровневое планирование. Ортогональное планирование эксперимента. Свойства плана. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планы ПФЭ 2ⁿ. Геометрическое отображение плана ПФЭ в факторном пространстве. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ). Планы ДФЭ. Примеры построения планов ПФЭ и ДФЭ. Планы первого и второго порядков. Формирование функции отклика в виде полного квадратичного полинома. Рототабельное планирование. Примеры рототабельных планов.