

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА»

Направление подготовки (специальность)

15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль)

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

Квалификация выпускника

Магистр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины “Методы планирования эксперимента” является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу магистратуры, могут осуществлять профессиональную деятельность: *40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере автоматизации и механизации производственных процессов)*.

В рамках освоения программы магистратуры выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- проектно-конструкторской;
- производственно-технологической;
- научно-исследовательской;
- сервисно-эксплуатационной.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств применением надлежащих современных методов и средств анализа.

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	0,4
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа обучающихся:	101,5	101,5
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	80,25	80,25
Подготовка	2,25	2,25

практическим/лабораторным занятиям		
Выполнение практической работы:		
- оформление текста работы	5	5
- создание программ без графической оболочки	14	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 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	4

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. Мифтахутдинова, Ф. Р. Планирование и организация эксперимента : учебное пособие / Ф. Р. Мифтахутдинова. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. — 256 с. — ISBN 978-5-7579-2474-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193510>

2. Кулагин, В. П. Моделирование систем : учебное пособие / В. П. Кулагин, Л. В. Бунина, А. П. Титов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 156 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/311243>

3. Григорьев, Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели : учебное пособие / Ю. Д. Григорьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. <https://e.lanbook.com/book/212090>

6.2 Дополнительная литература

Каган, Е. С. Прикладной статистический анализ данных : учебное пособие / Е. С. Каган. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 235 с. <https://e.lanbook.com/book/134318>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. .Данылиев, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. — 32 с. Режим доступа в электронной среде: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

2. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения практических работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/>.

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

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

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

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № А00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, в том числе в формате практической подготовки, включают:

Учебная аудитория 324. Комплект мебели для учебного процесса. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

Учебная аудитория № 319. Комплект мебели для учебного процесса. Компьютерный класс с персональными ЭВМ семейства IBM PC, установленные ОС семейства Microsoft Windows, пакет Microsoft Office, математические пакеты Mathcad и Matlab

Аудитории для самостоятельной работы обучающихся:

Читальные залы библиотеки: Компьютеры (30 шт.) со свободным доступом в сеть Интернет и Электронным библиотечным и информационно-справочным системам

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
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 acad. часов	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	15,8	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
Рецензирование контрольных работ	0,8	0,8
Консультации текущие	0,9	0,9
Виды аттестации (зачет)	0,9	0,9
Самостоятельная работа обучающихся:		
	124,3	124,3
Проработка материала по учебникам	103,05	103,05
Подготовка к практическим занятиям	2,25	2,25
Выполнение практической работы:		
- оформление текста работы	5	5
- создание программ без графической оболочки	14	14
Контроль	3,9	3,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине

«МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА»

(наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

1 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен получить следующие знания, умения и навыки:

№ 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
	Имеет навыки: организации исследовательской работы
ИД-1 _{ОПК-10} Знает и умеет использовать методы определения показателей качества применяемых автоматизированных систем управления	Знает: теоретические основы и принципы методов анализа и обработки экспериментальной информации
	Умеет: составлять модели систем с применением экспериментально-статистического подхода
	Имеет навыки: 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
	Имеет навыки: выполнения исследовательских работ

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Модуль 1 – Экспериментально-статистические методы построения математических моделей. Планирование эксперимента. Основные понятия и определения. Оптимальное двухуровневое планирование. Ортогональное планирование эксперимента. Рототабельные планы	УК-3, ОПК-10, ПКв-4	Задание к практической работе (построение и анализ математических моделей методами планирования эксперимента)	01 ÷ 10	Защита отчета по практической работе, текущие опросы (прослеживается по рейтинговой оценке знаний обучающихся)
			Вопросы к зачету	01 ÷ 14	Зачет

3 Оценочные средства для промежуточной аттестации

3.1 Вопросы к зачету

Индекс компетенции	№ задания	Формулировка вопроса
УК-3	01	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами
ОПК-10	02	Параболическая и трансцендентная регрессия. Получение уравнений множественной регрессии
ОПК-10	03	Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Критерии Кохрена, Стьюдента, Фишера
ОПК-10	04	Использование корреляционного анализа при статистическом моделировании
УК-3	05	Планирование эксперимента. Основные понятия и определения
ПКв-4	06	Разложение функции отклика в степенной ряд. Кодирование факторов
ПКв-4	07	Оптимальное двухуровневое планирование
ПКв-4	08	Ортогональное планирование эксперимента
ПКв-4	09	Планы полного факторного эксперимента 2^n (планы ПФЭ 2^n)
ПКв-4	10	Планы дробного факторного эксперимента (планыДФЭ)
ПКв-4	11	Насыщенные планы первого порядка
ПКв-4	12	Планы второго порядка
ПКв-4	13	Рототабельные планы
ПКв-4	14	Планы второго порядка с единичной областью планирования

3.2 Задачи (кейс-задания) к зачету

Индекс компетенции	№ задания	Условие задачи (формулировка задания)
1	2	3
ОПК-10	01	<p>Для расчета коэффициентов a, b уравнения прямой ($y = a \cdot x + b$) по экспериментальным данным записать критерий МНК, найти производные критерия по искомым коэффициентам и составить систему уравнений для их расчета.</p> $y = a \cdot x + b$ $\Phi = \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i - b)^2 \xrightarrow{a,b} \min$ $\frac{\partial \Phi}{\partial a} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i - b] \cdot (-x_i) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i - b] \cdot (-1) = 0$ $\begin{cases} a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$
ОПК-10	02	<p>Для расчета коэффициентов a, b, c уравнения параболы ($y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$) по экспериментальным данным записать критерий МНК, найти производные критерия по искомым коэффициентам и составить систему уравнений для их расчета.</p> $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ $\Phi = \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c)^2 \xrightarrow{a,b,c} \min$ $\frac{\partial \Phi}{\partial a} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c] \cdot (-x_i^2) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c] \cdot (-x_i) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial c} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c] \cdot (-1) = 0$ $\begin{cases} a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^4 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i^2 \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i + c \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$

ОПК-10	03	<p>Оценить адекватность модели объекту, если остаточная дисперсия равна 0,0001, дисперсия относительно среднего равна 0,002, а табличное значение критерия Фишера равно 9,1172.</p> $F = \frac{S_y^2}{S_{ост}^2} = 0,002 / 0,0001 > F_{табл}(p, f_1, f_2) = 9,1172$ <p>20 > 9,1172 Модель адекватна.</p>
ПКв-4	04	<p>Задан диапазон изменения температуры: 50÷80 °С. По фактору вычислить координаты центра плана и интервал варьирования.</p> <p>По каждому фактору вычисляется центр плана и интервал варьирования:</p> $z_j^0 = \frac{z_j^{\max} + z_j^{\min}}{2}, \Delta z_j = \frac{z_j^{\max} - z_j^{\min}}{2}, j = \overline{1, k},$ <p>где z_j^0 - координата центра плана; Δz_j^0 - интервал варьирования.</p> <p>Координата центра плана:</p> $z_1^0 = \frac{80 + 50}{2} = 65 \text{ °С};$ <p>Интервал варьирования:</p> $\Delta z_1 = \frac{80 - 50}{2} = 15 \text{ °С}.$
ПКв-4	05	<p>Задан диапазон изменения давления: 4÷8 МПа. По фактору вычислить координаты центра плана и интервал варьирования.</p> <p>По каждому фактору вычисляется центр плана и интервал варьирования:</p> $z_j^0 = \frac{z_j^{\max} + z_j^{\min}}{2}, \Delta z_j = \frac{z_j^{\max} - z_j^{\min}}{2}, j = \overline{1, k},$ <p>где z_j^0 - координата центра плана; Δz_j^0 - интервал варьирования.</p> <p>Координата центра плана:</p> $z_1^0 = \frac{8 + 4}{2} = 6 \text{ МПа};$ <p>Интервал варьирования:</p> $\Delta z_1 = \frac{8 - 4}{2} = 2 \text{ МПа}.$

ПКв-4	06	<p>Задан диапазон изменения концентрации: 2÷5 % мас. По фактору вычислить координаты центра плана и интервал варьирования.</p> <p>По каждому фактору вычисляется центр плана и интервал варьирования:</p> $z_j^0 = \frac{z_j^{\max} + z_j^{\min}}{2}, \Delta z_j = \frac{z_j^{\max} - z_j^{\min}}{2}, j = \overline{1, k},$ <p>где z_j^0 - координата центра плана; Δz_j^0 - интервал варьирования.</p> <p>Координата центра плана:</p> $z_1^0 = \frac{5 + 2}{2} = 3,5 \text{ \% мас.};$ <p>Интервал варьирования:</p> $\Delta z_1 = \frac{5 - 2}{2} = 1,5 \text{ \% мас.}$
-------	----	---

Критерии и шкалы оценки:

- оценка «зачтено» выставляется магистранту, если магистрант ответил на все вопросы и выполнил кейс-задание, допустил не более 3 ошибок в ответах;
- оценка «не зачтено», если магистрант не ответил на все вопросы и не выполнил кейс-задание, допустил более 3 ошибок.

3.3 Тесты (тестовые задания)

Индекс компетенции	№ задания	Тест (тестовое задание)
1	2	3
ОПК-10	1 +	<p>Моделирование – это:</p> <p><input type="radio"/> изучение объектов исследования с помощью других объектов (моделей)</p> <p><input type="radio"/> изучение объектов путем их эксплуатации в различных условиях</p>
ОПК-10	2 +	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии</p> $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ <p>называется эффектом взаимодействия?</p> <p><input type="radio"/> b_0</p> <p><input type="radio"/> b_j</p> <p><input type="radio"/> $b_{u,j}$</p>

1	2	3
ОПК-10	3 +	<p>Идентификация модели методом Брандона выполняется:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с одним входом и выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с одним входом и несколькими выходами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с несколькими входами и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с несколькими входами и выходами</p>
ОПК-10	4 +	<p>Задан диапазон изменения температуры: 50-80 °С. Координаты центра плана и интервал варьирования при двухуровневом планировании эксперимента:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>50 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>4000 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>65 и 15</p>
ОПК-10	5 +	<p>При каком подходе математическое описание составляется на основе фундаментальных законов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при детерминированном</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при статистическом</p>
ОПК-10	6 +	<p>Адекватность полученной модели устанавливается по критерию:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Кохрена</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Фишера</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Стьюдента</p>
ОПК-10	7 +	<p>Если величина корреляционного отношения равна единице, то из этого следует:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта существует функциональная связь</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта связь отсутствует</p>

1	2	3
ОПК-10	8 +	<p>Чему равняется общее число опытов при проведении полного факторного эксперимента (ПФЭ), если число факторов шесть, а число уровней для каждого фактора восемь?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>14</p> <p><input type="radio"/></p> <p>48</p> <p><input type="radio"/></p> <p>262144</p>
УК-3	9 +	<p>Какой эксперимент на исследуемом объекте ставится по плану и предусматривается одновременное изменение всех входных параметров?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>активный</p> <p><input type="radio"/></p> <p>пассивный</p>
ОПК-10	10 +	<p>Значимость коэффициентов уравнения регрессии оценивается по критерию:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Кохрена</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Фишера</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Стьюдента</p>
ОПК-10	11 +	<p>При изменении расхода теплоносителя в кипятильник с 12 м³/ч до 14 м³/ч температура нагреваемой смеси на выходе из теплообменника выросла с 50 °С до 55 °С. Чему равен коэффициент усиления объекта по данному каналу?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>0,4</p> <p><input type="radio"/></p> <p>2,5</p> <p><input type="radio"/></p> <p>10</p>
УК-3	12 +	<p>Что такое объем выборки?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>количество проведенных опытов на объекте исследования</p> <p><input type="radio"/></p> <p>количество экспериментальных данных по фактору и отклику</p>

1	2	3
ОПК-10	13 +	<p>Для описания нестационарных режимов объектов моделирования с сосредоточенными параметрами применяются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> алгебраические уравнения <input type="radio"/> обыкновенные дифференциальные уравнения <input type="radio"/> дифференциальные уравнения в частных производных <input type="radio"/> интегральные уравнения
ОПК-10	14 +	<p>Регрессионные модели применяются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> для описания статических режимов технологических процессов <input type="radio"/> для описания динамических режимов технологических процессов
ОПК-10	15 +	<p>Чем определяется выбор структуры модели при экспериментально-статистическом подходе?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> объемом исходных данных <input type="radio"/> характером зависимости между входными и выходными параметрами <input type="radio"/> целью моделирования
ОПК-10	16 +	<p>В каком случае модель адекватна объекту по критерию Фишера (при отсутствии параллельных опытов)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $F_{расч} > F_{табл}$ <input type="radio"/> $F_{расч} < F_{табл}$
ОПК-10	17 +	<p>Что называется переходным процессом системы?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> реакция системы на любое входное воздействие <input type="radio"/> реакция системы на ступенчатое входное воздействие
ОПК-10	18 +	<p>Что такое эмпирическая линия регрессии?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> уравнение модели, описывающее связь между входом и выходом <input type="radio"/> график экспериментальной кривой, характеризующий связь между входом и выходом

1	2	3
ОПК-10	19 +	<p>В каком случае модель по критерию Фишера адекватна объекту (при наличии параллельных опытов)?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>$F_{расч} > F_{табл}$</p> <p><input type="radio"/></p> <p>$F_{расч} < F_{табл}$</p>
ОПК-10	20 +	<p>Чему равны числа степеней свободы f_1, f_2 относительно среднего и остаточной дисперсий ($N=20$ - объем выборки; $l=4$ - число связей, наложенных на выборку)?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>$f_1=20, f_2=4$</p> <p><input type="radio"/></p> <p>$f_1=19, f_2=16$</p> <p><input type="radio"/></p> <p>$f_1=20, f_2=19$</p>
ОПК-10	21 +	<p>С помощью регрессионного анализа устанавливается:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>значимость коэффициентов уравнения регрессии и адекватность модели</p> <p><input type="radio"/></p> <p>теснота (сила) связи между входным и выходным параметрами</p>
ОПК-10	22 +	<p>Если уровень значимости равен 0,02, то из этого следует:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>в двух случаях из 100 гипотеза выполняется</p> <p><input type="radio"/></p> <p>в двух случаях из 100 гипотеза не выполняется</p>
ОПК-10	23 +	<p>Матрица планирования со столбцом фиктивной переменной составляется при:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>ортогональном планировании</p> <p><input type="radio"/></p> <p>симплексном планировании</p> <p><input type="radio"/></p> <p>двухуровневом планировании</p>
УК-3	24 +	<p>В каких случаях целесообразно проводить исследования объектов на моделях?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при изучении объектов, для которых разработано необходимое математическое обеспечение или есть пилотные установки</p> <p><input type="radio"/></p> <p>когда исследования на моделях проще, экономичнее и результаты моделирования можно перенести на реальный объект</p>

1	2	3
ОПК-10	25 +	<p>Оценка однородности выборочных дисперсий осуществляется по критерию:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Кохрена</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Фишера</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Стьюдента</p>
ОПК-10	26 +	<p>Оценить адекватность модели объекту, если остаточная дисперсия равна 0,0001, дисперсия относительно среднего равна 0,002, а табличное значение критерия Фишера равно 9,1172:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>модель адекватна объекту</p> <p><input type="radio"/></p> <p>модель не адекватна объекту</p>
УК-3	27 +	<p>К каким моделям относятся макетные установки аппаратов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>к физическим</p> <p><input type="radio"/></p> <p>к математическим</p>
ОПК-10	28 +	<p>Какие из элементарных динамических звеньев является нелинейным?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Усилительное</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Реальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Звено запаздывания</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное дифференцирующее</p>
ОПК-10	29 +	<p>Какие регуляторы называются статическими?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>И, ПИ</p> <p><input type="radio"/></p> <p>П, ПД</p>

1	2	3
ПКв-4	30 +	<p>При последовательном соединении передаточных функций элементов системы эквивалентная передаточная функция равна:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Сумме передаточных функций элементов</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Произведению передаточных функций элементов</p>
ПКв-4	31 +	<p>Чем обусловлено применение различных схем управления (каскадных, комбинированных, связанных и т.д.) для технологических объектов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>широкими возможностями современных средств автоматизации</p> <p><input type="radio"/></p> <p>особенностями динамических и статических свойств объектов управления</p>
УК-3	32 +	<p>Моделирование – это:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>изучение объектов исследования с помощью других объектов (моделей)</p> <p><input type="radio"/></p> <p>изучение объектов путем их эксплуатации в различных условиях</p>
ПКв-4	33 +	<p>Алгоритмическая структурная схема АСР состоит:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с одним входом и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и с двумя или несколькими выходами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Используются все сочетания звеньев</p>
ПКв-4	35 +	<p>Если уровень значимости равен 0,02, то из этого следует:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>в двух случаях из 100 гипотеза выполняется</p> <p><input type="radio"/></p> <p>в двух случаях из 100 гипотеза не выполняется</p>
ПКв-4	35 +	<p>При каком подходе математическое описание составляется на основе фундаментальных законов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при детерминированном</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при статистическом</p>

1	2	3
ПКв-4	36 +	<p>Какое из элементарных динамических звеньев является нелинейным?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Усилительное</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Реальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Звено запаздывания</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное дифференцирующее</p>
ПКв-4	37 +	<p>Какие регуляторы называются статическими?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>И, ПИ</p> <p><input type="radio"/></p> <p>П, ПД</p>
ПКв-4	38 +	<p>Состав научно-исследовательских работ при проектировании</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка моделей объектов и систем управления, определение их оптимальных параметров</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка технического задания на проектирование</p>
ПКв-4	39 +	<p>Чему равняется общее число опытов при проведении полного факторного эксперимента (ПФЭ), если число факторов шесть, а число уровней для каждого фактора восемь?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>14</p> <p><input type="radio"/></p> <p>48</p> <p><input type="radio"/></p> <p>262144</p>
ПКв-4	40 +	<p>Какой эксперимент на исследуемом объекте ставится по плану и предусматривается одновременное изменение всех входных параметров?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>активный</p> <p><input type="radio"/></p> <p>пассивный</p>

1	2	3
ОПК-10	41 +	<p>При последовательном соединении передаточных функций элементов системы эквивалентная передаточная функция равна:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Сумме передаточных функций элементов</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Произведению передаточных функций элементов</p>
УК-3	42 +	<p>Чем обусловлено применение различных схем управления (каскадных, комбинированных, связанных и т.д.) для технологических объектов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>широкими возможностями современных средств автоматизации</p> <p><input type="radio"/></p> <p>особенностями динамических и статических свойств объектов управления</p>
УК-3	43 +	<p>Структурная схема системы управления – это:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Изображение пунктов управления системы</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Графическое изображение структуры управления</p>
УК-3	44 +	<p>Какие системы управления называются централизованными?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Системы, в которых управление объектом осуществляется с одного пункта управления</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Системы, в которых управление частями сложного объекта осуществляется с нескольких самостоятельных пунктов управления</p>
УК-3	45 +	<p>На верхнем пункте управления многоуровневой системы решаются задачи:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Контроля и регулирования параметров отдельных технологических установок</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Контроля и регулирования параметров, определяющих технологический процесс в целом</p>
УК-3	46 +	<p>Алгоритмическая структурная схема АСР состоит:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с одним входом и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и с двумя или несколькими выходами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Используются все сочетания звеньев</p>

1	2	3
УК-3	47 +	<p>Структурная схема системы управления – это:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Изображение пунктов управления системы</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Графическое изображение структуры управления</p>
ОПК-10	48 +	<p>Алгоритмическая структурная схема АСР состоит:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с одним входом и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и с двумя или несколькими выходами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Используются все сочетания звеньев</p>
ОПК-10	49 +	<p>Какое из элементарных динамических звеньев является нелинейным?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Усилительное</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Реальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Звено запаздывания</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное дифференцирующее</p>
ОПК-10	50 +	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ называется свободным членом?</p> <p><input type="radio"/> b_0</p> <p><input type="radio"/> b_j</p> <p><input type="radio"/> $b_{u,j}$</p>
ОПК-10	51 +	<p>Теснота связи между входом и выходом зависимости $y = b_0 + b_1 \cdot x$ определяется:</p> <p><input type="radio"/> коэффициентом парной корреляции</p> <p><input type="radio"/> величиной корреляционного отношения</p> <p><input type="radio"/> коэффициентом множественной регрессии</p>

1	2	3
ОПК-10	52 +	<p>Какие регуляторы называются статическими?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>И, ПИ</p> <p><input type="radio"/></p> <p>П, ПД</p>
ОПК-10	53 +	<p>Состав научно-исследовательских работ при проектировании</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка моделей объектов и систем управления, определение их оптимальных параметров</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка технического задания на проектирование</p>
ОПК-10	54 +	<p>При последовательном соединении передаточных функций элементов системы эквивалентная передаточная функция равна:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Сумме передаточных функций элементов</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Произведению передаточных функций элементов</p>
ОПК-10	55 +	<p>Чем обусловлено применение различных схем управления (каскадных, комбинированных, связанных и т.д.) для технологических объектов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>широкими возможностями современных средств автоматизации</p> <p><input type="radio"/></p> <p>особенностями динамических и статических свойств объектов управления</p>
УК-3	56 +	<p>Автоматизация – это:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Освобождение человека от функций управления и передача этих функций техническим устройствам</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Замена ручного труда на технические средства для выполнения технологических операций</p>
ОПК-10	57 +	<p>Состав научно-исследовательских работ при проектировании</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка моделей объектов и систем управления, определение их оптимальных параметров</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка технического задания на проектирование</p>
ОПК-10	58 +	<p>Если величина корреляционного отношения равна единице, то из этого следует:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта существует функциональная связь</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта связь отсутствует</p>

1	2	3
ОПК-10	59 +	Какие объекты управления называются многомерными? <input type="radio"/> объекты, имеющие два и более входных и выходных параметров ($r > 2$) <input type="radio"/> объекты с величиной r более пяти
ОПК-10	60 +	Какие факторы вызывают дрейф динамических характеристик объектов управления? <input type="radio"/> изменение режима работы <input type="radio"/> изменение технологических характеристик аппаратов
ОПК-10	61 +	Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ называется эффектом взаимодействия? <input type="radio"/> b_0 <input type="radio"/> b_j <input type="radio"/> $b_{u,j}$
ОПК-10	62 +	При изменении расхода теплоносителя в кипятильник с 12 м ³ /ч до 14 м ³ /ч температура нагреваемой смеси на выходе из теплообменника выросла с 50 °С до 55 °С. Чему равен коэффициент усиления объекта по данному каналу? <input type="radio"/> 0,4 <input type="radio"/> 2,5 <input type="radio"/> 10
ОПК-10	63 +	Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ называется линейным эффектом? <input type="radio"/> b_0 <input type="radio"/> b_j <input type="radio"/> $b_{u,j}$
ОПК-10	64 +	Теснота связи между входом и выходом зависимости $y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$ определяется: <input type="radio"/> коэффициентом парной корреляции <input type="radio"/> величиной корреляционного отношения <input type="radio"/> коэффициентом множественной регрессии

1	2	3
ОПК-10	65 +	<p>Оценить адекватность модели объекту, если остаточная дисперсия равна 0,0001, дисперсия относительно среднего равна 0,0002, а табличное значение критерия Фишера равно 9,1172:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>модель адекватна объекту</p> <p><input type="radio"/></p> <p>модель не адекватна объекту</p>
УК-3	66 +	<p>Технологический процесс - это:</p> <p><input type="radio"/> часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния изделия</p> <p><input type="radio"/> процесс создания какого-либо продукта</p>
ОПК-10	67 +	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии</p> $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ <p>называется эффектом взаимодействия?</p> <p><input type="radio"/> b_0</p> <p><input type="radio"/> b_j</p> <p><input type="radio"/> $b_{u,j}$</p>
УК-3	68 +	<p>Механизация - это:</p> <p><input type="radio"/> передача функций управления техническим средствам</p> <p><input type="radio"/> использование механизмов (машин) для замены ручного труда</p>
УК-3	69 +	<p>Объектами автоматизации в системах управления являются:</p> <p><input type="radio"/> Совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе со встроенными в него запорными и регулирующими органами</p> <p><input type="radio"/> Только технологическое оборудование</p>
ОПК-10	70 +	<p>Алгоритмическая структурная схема АСР состоит:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с одним входом и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и с двумя или несколькими выходами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Используются все сочетания звеньев</p>

1	2	3
УК-3	71 +	<p>Состав научно-исследовательских работ при проектировании</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка моделей объектов и систем управления, определение их оптимальных параметров</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Разработка технического задания на проектирование</p>
ОПК-10	72 +	<p>Теснота связи между входом и выходом зависимости $y = b_0 + b_1 \cdot x$ определяется:</p> <p><input type="radio"/> коэффициентом парной корреляции</p> <p><input type="radio"/> величиной корреляционного отношения</p> <p><input type="radio"/> коэффициентом множественной регрессии</p>
ОПК-10	73 +	<p>При последовательном соединении передаточных функций элементов системы эквивалентная передаточная функция равна:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Сумме передаточных функций элементов</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Произведению передаточных функций элементов</p>
ОПК-10	74 +	<p>Какой эксперимент на исследуемом объекте ставится по плану и предусматривается одновременное изменение всех входных параметров?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>активный</p> <p><input type="radio"/></p> <p>пассивный</p>
ОПК-10	75 +	<p>Какие объекты управления называются многомерными?</p> <p><input type="radio"/> объекты, имеющие два и более входных и выходных параметров ($r > 2$)</p> <p><input type="radio"/> объекты с величиной r более пяти</p>
ОПК-10	76 +	<p>Какие регуляторы называются статическими?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>И, ПИ</p> <p><input type="radio"/></p> <p>П, ПД</p>
ОПК-10	77 +	<p>Оценить адекватность модели объекту, если остаточная дисперсия равна 0,0001, дисперсия относительно среднего равна 0,0002, а табличное значение критерия Фишера равно 9,1172:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>модель адекватна объекту</p> <p><input type="radio"/></p> <p>модель не адекватна объекту</p>

1	2	3
ОПК-10	78 +	<p>Задан диапазон изменения температуры: 50-80 °С. Координаты центра плана и интервал варьирования при двухуровневом планировании эксперимента:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>50 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>4000 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>65 и 15</p>
ОПК-10	79 +	<p>Какое из элементарных динамических звеньев является нелинейным?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Усилительное</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Реальное интегрирующее</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Звено запаздывания</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Идеальное дифференцирующее</p>
ОПК-10	80 +	<p>Структурная схема системы управления – это:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Изображение пунктов управления системы</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Графическое изображение структуры управления</p>
ОПК-10	81 +	<p>При последовательном соединении передаточных функций элементов системы эквивалентная передаточная функция равна:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Сумме передаточных функций элементов</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Произведению передаточных функций элементов</p>
ОПК-10	82 +	<p>Чем обусловлено применение различных схем управления (каскадных, комбинированных, связанных и т.д.) для технологических объектов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>широкими возможностями современных средств автоматизации</p> <p><input type="radio"/></p> <p>особенностями динамических и статических свойств объектов управления</p>

1	2	3
ОПК-10	83 +	<p>Какое из элементарных динамических звеньев является нелинейным?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Усилительное <input type="radio"/> Идеальное интегрирующее <input type="radio"/> Реальное интегрирующее <input type="radio"/> Звено запаздывания <input type="radio"/> Идеальное дифференцирующее
ОПК-10	84 +	<p>Теснота связи между входом и выходом зависимости $y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$ определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> коэффициентом парной корреляции <input type="radio"/> величиной корреляционного отношения <input type="radio"/> коэффициентом множественной регрессии
ОПК-10	85 +	<p>Какие факторы вызывают дрейф динамических характеристик объектов управления?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> изменение режима работы <input type="radio"/> изменение технологических характеристик аппаратов
ОПК-10	86 +	<p>Состав научно-исследовательских работ при проектировании</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Разработка моделей объектов и систем управления, определение их оптимальных параметров <input type="radio"/> Разработка технического задания на проектирование
ОПК-10	87 +	<p>Чему равняется общее число опытов при проведении полного факторного эксперимента (ПФЭ), если число факторов шесть, а число уровней для каждого фактора восемь?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> 14 <input type="radio"/> 48 <input type="radio"/> 262144
ОПК-10	88 +	<p>Моделирование – это:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> изучение объектов исследования с помощью других объектов (моделей) <input type="radio"/> изучение объектов путем их эксплуатации в различных условиях

1	2	3
ОПК-10	89 +	<p>При каком подходе математическое описание составляется на основе фундаментальных законов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при детерминированном</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при статистическом</p>
ОПК-10	90 +	<p>Объектами автоматизации в системах управления являются:</p> <p><input type="radio"/> Совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе со встроенными в него запорными и регулируемыми органами</p> <p><input type="radio"/> Только технологическое оборудование</p>
ОПК-10	91 +	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ называется свободным членом?</p> <p><input type="radio"/> b_0</p> <p><input type="radio"/> b_j</p> <p><input type="radio"/> $b_{u,j}$</p>
ОПК-10	92 +	<p>Алгоритмическая структурная схема АСР состоит:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с одним входом и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Из звеньев с двумя или несколькими входами и с двумя или несколькими выходами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Используются все сочетания звеньев</p>
ОПК-10	93 +	<p>Какие факторы вызывают дрейф динамических характеристик объектов управления?</p> <p><input type="radio"/> изменение режима работы</p> <p><input type="radio"/> изменение технологических характеристик аппаратов</p>
ОПК-10	94 +	<p>Какие регуляторы называются статическими?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>И, ПИ</p> <p><input type="radio"/></p> <p>П, ПД</p>
ОПК-10	95 +	<p>Если величина корреляционного отношения равна единице, то из этого следует:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта существует функциональная связь</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта связь отсутствует</p>

1	2	3
ОПК-10	96 +	Теснота связи между входом и выходом зависимости $y = b_0 + b_1 \cdot x$ определяется: <input type="radio"/> коэффициентом парной корреляции <input type="radio"/> величиной корреляционного отношения <input type="radio"/> коэффициентом множественной регрессии
ОПК-10	97 +	Структурная схема системы управления – это: <input type="radio"/> Изображение пунктов управления системы <input type="radio"/> Графическое изображение структуры управления
ОПК-10	98 +	Какой эксперимент на исследуемом объекте ставится по плану и предусматривается одновременное изменение всех входных параметров? <input type="radio"/> активный <input type="radio"/> пассивный
ОПК-10	99 +	Чем обусловлено применение различных схем управления (каскадных, комбинированных, связанных и т.д.) для технологических объектов? <input type="radio"/> широкими возможностями современных средств автоматизации <input type="radio"/> особенностями динамических и статических свойств объектов управления
ОПК-10	100 +	Для описания нестационарных режимов объектов моделирования с сосредоточенными параметрами применяются: <input type="radio"/> алгебраические уравнения <input type="radio"/> обыкновенные дифференциальные уравнения <input type="radio"/> дифференциальные уравнения в частных производных <input type="radio"/> интегральные уравнения
ОПК-10	101 +	Чему равны числа степеней свободы f_1, f_2 относительно среднего и остаточной дисперсий ($N=20$ - объем выборки; $l=4$ - число связей, наложенных на выборку)? <input type="radio"/> $f_1=20, f_2=4$ <input type="radio"/> $f_1=19, f_2=16$ <input type="radio"/> $f_1=20, f_2=19$

1	2	3
ОПК-10	102 +	<p>Регрессионные модели применяются:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для описания статических режимов технологических процессов</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для описания динамических режимов технологических процессов</p>
ОПК-10	103 +	<p>Задан диапазон изменения температуры: 50-80 °С. Координаты центра плана и интервал варьирования при двухуровневом планировании эксперимента:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>50 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>4000 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>65 и 15</p>
ОПК-10	104 +	<p>При каком подходе математическое описание составляется на основе фундаментальных законов?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при детерминированном</p> <p><input type="radio"/></p> <p>при статистическом</p>
ОПК-10	105 +	<p>Адекватность полученной модели устанавливается по критерию:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Кохрена</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Фишера</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Стьюдента</p>
ОПК-10	106 +	<p>Идентификация модели методом Брандона выполняется:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с одним входом и выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с одним входом и несколькими выходами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с несколькими входами и одним выходом</p> <p><input type="radio"/></p> <p>для объекта с несколькими входами и выходами</p>

1	2	3
ОПК-10	107	<p>Задан диапазон изменения температуры: 50-80 °С. Координаты центра плана и интервал варьирования при двухуровневом планировании эксперимента:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>50 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>4000 и 80</p> <p><input type="radio"/></p> <p>65 и 15</p>
ОПК-10	108	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии</p> $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ <p>называется эффектом взаимодействия?</p> <p><input type="radio"/> b_0</p> <p><input type="radio"/> b_j</p> <p><input type="radio"/> $b_{u,j}$</p>
ОПК-10	109	<p>При последовательном соединении передаточных функций элементов системы эквивалентная передаточная функция равна:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Сумме передаточных функций элементов</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Произведению передаточных функций элементов</p>
ОПК-10	110	<p>Значимость коэффициентов уравнения регрессии оценивается по критерию:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Кохрена</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Фишера</p> <p><input type="radio"/></p> <p>Стьюдента</p>
ОПК-10	111	<p>Что такое объем выборки?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>количество проведенных опытов на объекте исследования</p> <p><input type="radio"/></p> <p>количество экспериментальных данных по фактору и отклику</p>

1	2	3
ОПК-10	112 +	<p>Для описания нестационарных режимов объектов моделирования с сосредоточенными параметрами применяются:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>алгебраические уравнения</p> <p><input type="radio"/></p> <p>обыкновенные дифференциальные уравнения</p> <p><input type="radio"/></p> <p>дифференциальные уравнения в частных производных</p> <p><input type="radio"/></p> <p>интегральные уравнения</p>
ОПК-10	113 +	<p>В каком случае модель по критерию Фишера адекватна объекту (при наличии параллельных опытов)?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>$F_{расч} > F_{табл}$</p> <p><input type="radio"/></p> <p>$F_{расч} < F_{табл}$</p>
ОПК-10	114 +	<p>Если величина корреляционного отношения равна единице, то из этого следует:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта существует функциональная связь</p> <p><input type="radio"/></p> <p>между входом и выходом объекта связь отсутствует</p>
ОПК-10	115 +	<p>Чем определяется выбор структуры модели при экспериментально-статистическом подходе?</p> <p><input type="radio"/></p> <p>объемом исходных данных</p> <p><input type="radio"/></p> <p>характером зависимости между входными и выходными параметрами</p> <p><input type="radio"/></p> <p>целью моделирования</p>
ОПК-10	116 +	<p>Если уровень значимости равен 0,02, то из этого следует:</p> <p><input type="radio"/></p> <p>в двух случаях из 100 гипотеза выполняется</p> <p><input type="radio"/></p> <p>в двух случаях из 100 гипотеза не выполняется</p>

1	2	3
ОПК-10	117 +	<p>Матрица планирования со столбцом фиктивной переменной составляется при:</p> <p><input type="radio"/> ортогональном планировании</p> <p><input type="radio"/> симплексном планировании</p> <p><input type="radio"/> двухуровневом планировании</p>
ОПК-10	118 +	<p>К каким моделям относятся макетные установки аппаратов?</p> <p><input type="radio"/> к физическим</p> <p><input type="radio"/> к математическим</p>
ОПК-10	119 +	<p>Чему равняется общее число опытов при проведении полного факторного эксперимента (ПФЭ), если число факторов шесть, а число уровней для каждого фактора восемь?</p> <p><input type="radio"/> 14</p> <p><input type="radio"/> 48</p> <p><input type="radio"/> 262144</p>
ОПК-10	120 +	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ называется линейным эффектом?</p> <p><input type="radio"/> b_0</p> <p><input type="radio"/> b_j</p> <p><input type="radio"/> $b_{u,j}$</p>

Критерии и шкалы оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент по результатам тестирования правильно ответил на 90 – 100 % вопросов;
- оценка «хорошо», если студент правильно ответил на 75 – 89,99 % вопросов;
- оценка «удовлетворительно», если студент правильно ответил на 60 – 74,99 % вопросов;
- оценка «неудовлетворительно», если студент правильно ответил на менее 60 % вопросов.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
<i>УК-3 - Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</i>					
Знать	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Знает принципы руководства и взаимодействия в команде для достижения поставленной цели	Обучающийся знает методику экспериментальных исследований	Зачтено	Базовый
Уметь	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Составляет план сбора и обработки экспериментальных данных	Обучающийся провел анализ технологического процесса как объекта исследования и составил план эксперимента	Зачтено	Продвинутый
			Обучающийся не провел анализ технологического процесса как объекта исследования и не составил план эксперимента	Не зачтено	Не освоено
Иметь навыки	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Организует исследовательскую работу	Обучающийся провел эксперименты на объекте	Зачтено	Высокий
			Обучающийся не провел эксперименты на объекте	Не зачтено	Не освоено
<i>ОПК-10 - Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования</i>					

Знать	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Знает теоретические основы и принципы методов анализа и обработки экспериментальной информации	Обучающийся знает методы обработки экспериментальных данных	Зачтено	Базовый
Уметь	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Составляет модели систем с применением экспериментально-статистического подхода	Обучающийся провел идентификацию модели технологического процесса по экспериментальным данным с помощью метода наименьших квадратов	Зачтено	Продвинутый
			Обучающийся не провел идентификацию модели технологического процесса по экспериментальным данным с помощью метода наименьших квадратов	Не зачтено	Не освоено
Иметь навыки	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Проводит моделирование, анализ и синтез систем с использованием программных средств	Обучающийся провел идентификацию модели технологического процесса по экспериментальным данным с помощью метода оптимального двухуровневого планирования	Зачтено	Высокий
			Обучающийся не провел идентификацию модели технологического процесса по экспериментальным данным с помощью метода оптимального двухуровневого планирования	Не зачтено	Не освоено
ПКв-4 - Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции					
Знать	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Знает правила оформления документации	Обучающийся знает правила разработки документации по результатам исследований	Зачтено	Базовый
Уметь	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача;	Разрабатывает техническую документацию по результатам исследований	Обучающийся составил математические формулировки задач идентификации и разработал программы расчета	Зачтено	Продвинутый

	зачет; тест		Обучающийся не составил математические формулировки задач идентификации и не разработал программы расчета	Не зачтено	Не освоено
Иметь навыки	собеседование (защита практической работы); Кейс-задача; зачет; тест	Выполняет исследовательские работы	Обучающийся провел анализ полученных результатов	Зачтено	Высокий
			Обучающийся не провел анализ полученных результатов	Не зачтено	Не освоено

**АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА»**
(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, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	ИД _{1УК-3} Выработывает 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

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.