

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт транспорта и логистики
Кафедра двигателей внутреннего сгорания**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института транспорта и логистики
 **Выкадоров В.В.**
2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ПЛАНИРОВАНИЕ, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТА»

По направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания»

Луганск 2023

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Планирование, обработка и анализ эксперимента» по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение. – 49 с.

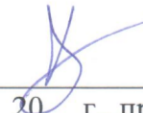
Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Планирование, обработка и анализ эксперимента» разработана с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 149.

СОСТАВИТЕЛИ:

канд.техн.наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Тырловой С.И.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Ковтун А.С.,
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Доценко Д.М.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»

« 12 » 04 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  А.А. Данилейченко
Переутверждена: « ____ » ____ 20 ____ г., протокол № ____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики

« 14 » 04 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института



Е.И. Иванова

© Тырловой С.И., Ковтун А.С.,
Доценко Д.М., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины: усвоить основы и методы планирования эксперимента для выбора рационального пути проведения сложных экспериментальных исследований по направлениям совершенствования конструкции ДВС или выбора его должных регулировочных параметров, позволяющих улучшить эффективные показатели.

Задачами изучения дисциплины являются: изучить основные понятия и определения, требования к параметрам оптимизации, способы построения обобщенного отклика, методику выбора моделей, способы измерений критериев оптимизации, освоить принципы составления неполнофакторных экспериментов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Планирование, обработка и анализ эксперимента» относится к дисциплинам по выбору и части, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** разделов из цикла фундаментальных и профессионально-ориентированных дисциплин, **умения** воспользоваться имеющейся информацией для дальнейшего проектирования и расчета рабочего процесса двигателя и его систем.

Дисциплина «Планирование, обработка и анализ эксперимента» основывается на предшествующих курсах: Высшей математики, Теплотехники, Гидрогазодинамики, Теории рабочих процессов ДВС, Испытания ДВС и служит основой для проведения трудоемких экспериментальных и расчетных исследований в рамках подготовки магистерской работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

ПК-2. Способность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности	ПК-2.1. Знает методы планирования, обработки и анализа вычислительного эксперимента, методы подбора и размерности физических процессов.	знать требования к параметрам оптимизации, способы оценки критериев оптимизации, принципы составления неполнофакторных экспериментов, методы планирования эксперимента; уметь формулировать требования к параметрам оптимизации, выбирать способы оценки критериев оптимизации, составлять план неполнофакторного эксперимента, получать уравнения регрессии, применять теоретические и экспериментальные методы научных исследований рабочих процессов ДВС и его систем; владеть навыками составления полнофакторных и неполнофакторных экспериментов, минимизации числа опытов, получения уравнений регрессии.
---	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	42	20
Лекции	28	12
Семинарские занятия		
Практические занятия	14	8
Лабораторные работы		
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)		
Самостоятельная работа студента (всего)	102	124

Форма аттестации	зачет	зачет
------------------	-------	-------

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. **Введение.** Цели и задачи. Основные понятия и определения.
2. **Параметры оптимизации.** Задачи с несколькими выходными параметрами. Требования к параметру оптимизации.
3. **Обобщенный параметр оптимизации.** Шкала желательности. Способы построения обобщенного отклика.
4. **Факторы.** Требования к факторам. Характеристика факторов. Выбор уровней варьирования факторов.
5. **Выбор моделей.** Поверхность отклика. Случаи с двумя факторами. Требования к модели. Адекватность модели.
6. **Полный факторный эксперимент.** Полный факторный эксперимент типа 2^k. Свойства полного факторного эксперимента.
7. **Расчет коэффициентов регрессии.** Одно и двух факторный эксперимент. Многофакторный эксперимент.
6. **Дробный факторный эксперимент.** Минимизация числа опытов. Выбор полуреplik. Дробная реплика.
8. **Ошибки измерений критериев оптимизации и факторов.** Оценка погрешности измерений. Виды ошибок. Рандомизация.
9. **Отсеивающие эксперименты.** Апериорное ранжирование факторов. Неполноблочные планы. Метод случайного баланса.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Основные понятия и определения.	2	3
2	Параметры оптимизации.	2	
3	Обобщенный параметр оптимизации.	2	
4	Факторы.	2	3
5	Выбор моделей.	2	
6	Полный факторный эксперимент.	3	
7	Расчет коэффициентов регрессии.	2	3
8	Дробный факторный эксперимент.	3	
9	Ошибки измерений критериев оптимизации и факторов.	2	
10	Отсеивающие эксперименты.	2	12
Итого:		28	

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Выбор факторов. Первичный статистический анализ экспериментальных данных.	2	4
2	Проведение эксперимента. Планирование необходимого объема выборки.	3	
3	Полный факторный эксперимент. Построение однофакторной статистической модели методом наименьших квадратов.	2	
4	Дробный факторный эксперимент.	2	4
5	Расчет коэффициентов регрессии.	3	
6	Построение и анализ многофакторных моделей. Построение графических зависимостей.	2	
Итого:		12	8

4.5. Лабораторные работы Не предусмотрено учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Полный факторный эксперимент	работа с лекциями и учебной литературой	26	35
2	Дробный факторный эксперимент	работа с лекциями и учебной литературой	28	35
3	Расчет коэффициентов регрессии	домашнее задание.	18	18
4	Построение графических зависимостей	работа с лекциями и учебной литературой	30	36
Итого:			102	124

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрено учебным планом.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Реброва И. А. Планирование эксперимента: учебное пособие / И. А. Реброва. - 2-е изд., дериватив., испр. - Омск: СибАДИ, 2022. - 110 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2110886>
2. Волосухин В. А. Планирование научного эксперимента: учебник / В. А. Волосухин, А. И. Тищенко. — 2-е изд. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2023. — 176 с. — (Высшее образование). — DOI: <https://doi.org/10.12737/11543>. - ISBN 978-5-369-01229-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1937178>
3. Планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. В. Сторчеус [и др.]; Под ред. Ю. В. Сторчеуса. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 118 с. - Режим доступа: https://yadi.sk/d/M-hvRP5R_jKa7w
4. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: С. Г. Щукин, В. И. Кочергин, В. А. Головатюк, В. А. Вальков. – Новосибирск: Изд-во НГАУ. 2013. – 228 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516943>

б) дополнительная литература:

5. Теория научных исследований, планирование и обработка эксперимента : учебное пособие / А. В. Волков, О. И. Грибков, В. И. Жуков, Т. Н. Рогова. - Москва: РУТ (МИИТ), 2018. - 145 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895077> (дата обращения: 01.02.2024).
6. Белокопытов, В. И. Организация, планирование и обработка результатов

эксперимента: учебное пособие / В. И. Белокопытов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 132 с. - ISBN 978-5-7638-4297-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1818742> (дата обращения: 01.02.2024).

7. Степанов, П. Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П. Е. Степанов. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. - 22 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1239198> (дата обращения: 01.02.2024).

8. Басовский, Л. Е. Основы научных исследований : учебник / Л. Е. Басовский, Е. Н. Басовская. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 257 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1192099. - ISBN 978-5-16-019525-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2123865> (дата обращения: 01.02.2024).

9. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: С. Г. Шукин, В. И. Кочергин, В. А. Головатюк, В. А. Вальков.— Новосибирск: Изд-во НГАУ. 2013. — 228 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516943> (дата обращения: 01.02.2024).

10. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Текст] : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 495 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 492-495. - ISBN 978-5-534-05070-7 : 1400 р.

11. Лукьянов С. И. Основы инженерного эксперимента [Текст] : учебное пособие / С. И. Лукьянов, А. Н. Панов, А. Е. Васильев. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. - 98 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 90. - ISBN 978-5-369-01301-4 (РИОР). - ISBN 978-5-16-009300-0 (ИНФРА-М, print). - ISBN 978-5-16-100021-2 (ИНФРА-М, online) : 840 р.

в) методические указания:

12. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Планирование эксперимента» для студентов направления подготовки 13.04.03. «Энергетическое машиностроение» [Электронный ресурс] / сост.: С. И. Тырловой, А. А. Данилейченко. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 54 с.

13. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Планирование эксперимента» [Электронный ресурс]: для студентов, обучающихся по специальности 8.05050304 «Двигатели внутреннего сгорания» / Сост.: А.А. Данилейченко. – Луганск: Изд-во ЛГУ им.В.Даля, 2015.- 31с.

14. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Планирование эксперимента» [Электронный ресурс]: для студентов специальности “Двигатели внутреннего сгорания” / Сост.: Ю.В. Сторчеус, Н.А. Антоненко. - Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2016. - 25с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.lugansk.ru/>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.lugansk.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» –

<http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционные занятия проводятся в академических аудиториях.

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: проводятся с использованием раздаточного материала, наглядных пособий, демонстрационных плакатов. Прочее: комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме. Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме).

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Планирование, обработка и анализ эксперимента»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-2. Способность использовать знания теоретических и экспериментальных	Базовый	знать требования к параметрам оптимизации, способы оценки критериев оптимизации, принципы составления неполнофакторных экспериментов, методы планирования эксперимента

Основной	методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности	Повышенный	уметь формулировать требования к параметрам оптимизации, выбирать способы оценки критериев оптимизации, составлять план неполнофактного эксперимента, получать уравнения регрессии, применять теоретические и экспериментальные методы научных исследований рабочих процессов ДВС и его систем
Заключительный		Высокий	владеть навыками составления полнофакторных и неполнофакторных экспериментов, минимизации числа опытов, получения уравнений регрессии.

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-2	Способность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности	ПК-2.1. Знает методы планирования, обработки и анализа вычислительного эксперимента, методы подбора и размерности физических процессов.	Тема 1 Введение.	Начальный, основной, заключительный 1
				Тема 2 Параметры оптимизации.	
				Тема 3 Обобщенный параметр оптимизации.	
				Тема 4 Факторы. Выбор уровней варьирования факторов.	
				Тема 5 Выбор моделей. Поверхность отклика	
				Тема 6 Полный факторный эксперимент	
				Тема 7 Расчет коэффициентов регрессии	
				Тема 8 Дробный факторный эксперимент	
				Тема 9 Оценка погрешности измерений.	
				Тема 10 Отсеивающие эксперименты. Априорное ранжирование факторов.	

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
5	ПК-2	ПК-2.1. Знает методы планирования, обработки и анализа вычислительного	знать требования к параметрам оптимизации, способы оценки критериев	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4,	Практическая работа, индивидуальное задание,

		эксперимента, методы подбора и размерности физических процессов.	оптимизации, принципы составления неплановых экспериментов, методы планирования эксперимента; уметь формулировать требования к параметрам оптимизации, выбирать способы оценки критериев оптимизации, составлять план непланового эксперимента, получать уравнения регрессии, применять теоретические и экспериментальные методы научных исследований рабочих процессов ДВС и его систем; владеть навыками составления плановых и неплановых экспериментов, минимизации числа опытов, получения уравнений регрессии.	Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10	контрольная работа
--	--	--	--	---	--------------------

Диагностическое контрольное тестирование:

Комплект тестовых заданий, позволяющих осуществить оценку компетенции

ПК-2. Способность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности	ПК-2.1. Знает методы планирования, обработки и анализа вычислительного эксперимента, методы подбора и размерности в физических процессах.
---	---

образовательной программы 13.04.03 Энергетическое машиностроение, магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» дисциплина «Планирование, обработка и анализ эксперимента»

ВАРИАНТ 1

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 1.

Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие принципы, положенные в основу теории планирования эксперимента, направлены на повышение эффективности экспериментирования?

- 1) стремление к минимизации общего числа опытов.
- 2) одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам — алгоритмам.
- 3) выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений.

4) выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованное решение после каждой серии экспериментов

5) нет правильного ответа

Ответ: 123

Обоснование: стремление к минимизации общего числа опытов, одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам — алгоритмам, выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений — это принципы, положенные в основу теории планирования эксперимента.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие задачи решаются в процессе планирования эксперимента?

- 1) поиск оптимальных условий.
- 2) построение интерполяционных формул.
- 3) стремление к минимизации общего числа опытов.
- 4) оценка и уточнение констант теоретических моделей.
- 5) использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора.

Ответ: 12345

Обоснование: поиск оптимальных условий, построение интерполяционных формул, стремление к минимизации общего числа опытов, оценка и уточнение констант теоретических моделей, использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора - задачи, которые решаются в процессе планирования эксперимента используются для решения планирование эксперимента

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие мероприятия необходимо предусматривать при разработке методики проведения эксперимента?

- 1) проведение предварительного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных и выбора варьирующих факторов.
- 2) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов.
- 3) подбор объектов воздействия и устранение влияния случайных факторов.
- 4) определение пределов измерений
- 5) обоснование объема эксперимента, числа опытов

Ответ: 134

Обоснование: проведение предварительного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных и выбора варьирующих факторов, порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов, подбор объектов воздействия и устранение влияния случайных факторов - это мероприятия, которые необходимо предусмотреть при проведении эксперимента.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что определяют при разработке плана эксперимента?

- 1) цель и задачи эксперимента.
- 2) выбор варьирующих факторов.

3) поиск оптимальных условий.

4) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов

5) нет правильного ответа

Ответ: 123

Обоснование: цель и задачи эксперимента, выбор варьирующих факторов, поиск оптимальных условий определяют при разработке плана эксперимента.

Задание с выбором ответа

базовый уровень

Задание 5.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие методы предназначены для накопления первичных данных об объектах исследования?

1) вариационный анализ и дисперсионный анализ

2) наблюдение и дисперсионный анализ

3) наблюдение и эксперимент.

4) эксперимент и вариационный анализ

5) нет правильного ответа

Ответ: 3

Обоснование: наблюдение и эксперимент накапливают первичные данные об объектах исследования.

Задание с выбором ответа

базовый уровень

Задание 6.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Каких классов эксперимента не бывает?

1) активирующего.

2) констатирующего

3) контролирующего

4) формирующего

5) нет правильного ответа

Ответ: 1

Обоснование: активирующего эксперимента не бывает.

Задание с выбором ответа

базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что является критерием истинности теории?

1) аксиома

2) доказательство

3) опыт

4) практика.

5) нет правильного ответа

Ответ: 4

Обоснование: практика является критерием истинности теории является практика.

Задание с выбором ответа

базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что такое объект исследования?

1) все перечисленное

- 2) мыслительная операция, посредством которой из некоторого количества заданных суждений выводится иное суждение, определенным образом связанное с исходным
- 3) описание открытия, составленное по утвержденной форме и содержащее исчерпывающее изложение сущности открытия.
- 4) процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 4

Обоснование: объект исследования это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность действий при планировании эксперимента.

- 1) Фиксирование результатов, построение модели
- 2) Формулирование вывода
- 3) Выбор объекта
- 4) Формулирование гипотезы
- 5) Выбор изменяемого условия

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

3	4	5	1	2
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Запишите правильную последовательность этапов работы над исследовательским проектом.

- 1) Определение цели исследования.
- 2) Постановка задач исследования.
- 3) Выбор методов исследования и планирование работы.
- 4) Оформление результатов.
- 5) Проведение эксперимента и обработка полученных данных.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность действий при построении функции отклика.

- 1) Обработка результатов эксперимента.
- 2) Строится функция отклика.
- 3) На основании анализа функции отклика формулируются выводы
- 4) Выбирается матрица планирования в зависимости от числа значимых факторов.
- 5) Определяются диапазоны варьирования факторов в натуральном измерении в соответствии с принятой матрицей планирования, составляется план эксперимента по проведению натурных испытаний объекта, выбирается контрольно-измерительная аппаратура.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

4	5	1	2	3
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность этапов научного исследования.

- 1) подтверждение гипотезы
- 2) постановка экспериментов для оценки гипотезы
- 3) наблюдение и сбор фактов
- 4) создание теории
- 5) выдвижение гипотезы

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

5	2	3	1	4
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие понятий.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	повторение основного эксперимента	1	экспериментальное воздействие
Б	активно изменяемая исследователем переменная	2	измерение
В	количественная характеристика	3	опрос
Г	случайное распределение экспериментального материала и порядка проведения опытов	4	репликация
			рандомизация

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
4	1	2	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие понятий.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	фактор	1	независимая переменная
Б	функция отклика	2	модель объекта исследования
В	план первого порядка	3	коэффициенты линейного уравнения регрессии
Г	активный эксперимент	4	при проведении эксперимента входные параметры изменяются по случайным образом
		5	при проведении эксперимента входные параметры изменяются по заранее заданному плану

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
1	2	3	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие понятий.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	планирование эксперимента	1	комплекс мероприятий, направленных на эффективную постановку опытов
Б	теория вероятности	2	раздел математики, изучающий закономерности

			случайных явлений
В	результаты эксперимента	3	критерий истинности теории является
Г	разновидность ошибок, которая постоянно приводит к завышению результатов исследований	4	случайные ошибки
		5	систематические ошибки

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
1	2	3	5

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Изменение расхода топлива G_t (на 100 км) от величины угла опережения зажигания Θ мотоциклетного двигателя задано таблицей экспериментальных данных

угол опережения, Θ , град.	расхода топлива G_t , л/100км
6	6
10	5
14	5,4

Получить функцию отклика и найти ее экстремум, определив оптимальное значение угла опережения зажигания Θ (град) и минимального расхода топлива G_{tmin} . Представить данные графически и экстраполировать значения функции в пределах $\Theta=2 \dots 18$ градусов угла опережения зажигания.

Указание: использовать таблицы EXCEL для получения функции отклика путем построения линии тренда в виде полинома 2-го порядка.

Ответ: Функция отклика $y = 0,04375x^2 - 0,95000x + 10,12500$, где $y=G_t$ л/100км; $x= \Theta$ град. ПКВ; Координаты экстремума: $\Theta = 10,7$ град; $G_{tmin}=4,97$ л/100км.

$G_t = 0,04375 \cdot \Theta^2 - 0,95 \cdot \Theta + 10,125$.

Решение. По таблицам EXCEL строим искомые графики с нанесением на них функции отклика (рис. 1).

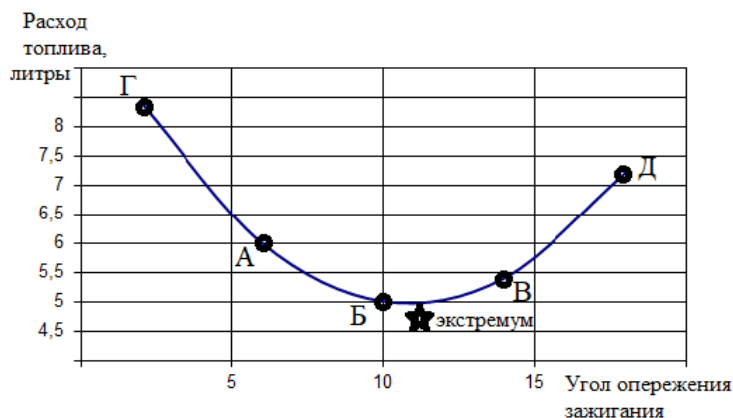


Рис. 1 – Зависимость расхода топлива (на 100 км) от угла опережения зажигания мотоциклетного двигателя: А, Б, В – опытные данные; Г, А, В, Д – экстраполяция опытных данных по углу опережения зажигания от 2 до 18 градусов.

Функция отклика в натуральных единицах измерения: $G_t = 0,04375 \cdot \Theta^2 - 0,95 \cdot \Theta + 10,125$.

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Используя матрицу планирования эксперимента с двумя факторами комбинации уровней

№ опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4

получить план эксперимента в натуральных единицах измерения для проведения испытаний дизеля 1Ч12/14 для определения влияния угла опережения впрыска (Θ) и коэффициента избытка воздуха (α) на удельный расход топлива (g_e). Диапазон изменения $\Theta=15...30$ град. ПКВ до ВМТ и $\alpha=1,5...3,5$.

Ответ.

№ опыта	Θ	α	g_e
1	15	1,5	g_{e1}
2	30	1,5	g_{e2}
3	15	3,5	g_{e3}
4	30	3,5	g_{e4}

Решение: для получения плана эксперимента в натуральных единицах измерения для проведения названных испытаний дизеля 1Ч12/14 необходимо заменить относительные значения факторов x_1 (Θ) и x_2 (α) на крайние значения соответствующих диапазонов их изменения.

Функцией отклика здесь является удельный расход топлива g_e .

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Вывести формулы для нахождения коэффициентов полинома 2-го порядка при использовании метода наименьших квадратов.

Решение.

Составляется и решается система из двух уравнений с двумя неизвестными. Находим производные функции $F(a,b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b))^2$ по переменным a и b , приравниваем эти производные к нулю.

$$\begin{cases} \frac{\partial F(a,b)}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial F(a,b)}{\partial b} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b)) x_i = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b)) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n 1 = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + nb = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$$

Решаем полученную систему уравнений методом Крамера и получаем формулы для нахождения коэффициентов по методу наименьших квадратов (МНК).

$$\text{Ответ. } a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}} \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

В результате исследования взаимосвязи двух показателей, получены следующие пары чисел:

x_i	1	2	3	4	5
y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3

Методом наименьших квадратов найти линейную функцию, которая наилучшим образом приближает эмпирические (опытные) данные.

Ответ: $y = -0,65x + 6,65$

Решение.

Коэффициенты a , b оптимальной функции $y = ax + b$ найдем как решение системы:

$$\begin{cases} a \sum x_i^2 + b \sum x_i = \sum x_i y_i \\ a \sum x_i + b n = \sum y_i \end{cases}$$

Расчет нужных сумм удобнее оформить в табличном виде:

x_i	1	2	3	4	5	$\sum x_i =$	15
y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3	$\sum y_i =$	23,5
x_i^2	1	2	6	16	25	$\sum x_i^2 =$	55
y_i^2	5,3	12,6	14,4	15,2	16,5	$\sum y_i^2 =$	64

Таким образом, получаем
$$\begin{cases} 55a + 15b = 64 \\ 15a + 5b = 23,5 \end{cases}$$

По методу Крамера: $\Delta = \begin{vmatrix} 55 & 15 \\ 15 & 5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 5 - 15 \cdot 15 = 50$, $\Delta_a = \begin{vmatrix} 64 & 15 \\ 23,5 & 5 \end{vmatrix} = 64 \cdot 5 - 23,5 \cdot 15 = -32,5$

$a = \Delta_a / \Delta = -32,5 / 50 = -0,65$

$\Delta_b = \begin{vmatrix} 55 & 64 \\ 15 & 23,5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 23,5 - 15 \cdot 64 = 332,5$, $b = \Delta_b / \Delta = 332,5 / 50 = 6,65$

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Результаты расчетного эксперимента по установлению зависимости цикловой подачи топлива ($V_{ц}$) автомобильного дизеля в зависимости от частоты вращения (n) и положения дозатора топлива (h), связанного с акселератором (педалью «газа») в высокооборотном дизеле с механическим или электронным регулятором частоты вращения приведены в таблице.

n	1	3	6	12	15	20	1	3	6	12	15	20	1	3	6	12	15	20
h	9	9	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15
$V_{ц}$	4,3	10,9	16,7	14,7	13,3	16,8	9,4	16,3	24,8	40,3	35,7	28,4	29	37,6	45,9	56,2	60,2	57,7

Здесь частота вращения указана в сотнях оборотов в минуту ($n \cdot 100$), положение дозатора - в десятых долях мм ($h/10$ мм), цикловая подача топлива ($V_{ц}$) в мг.

Получить функцию отклика $V_{ц} = f(n, h)$ и показать поверхность отклика для данного 2-х факторного эксперимента. Указание: использовать Mathcad (11 -14).

Ответ: $V_{ц}(n, h) = 1,37 \cdot n - 0,125 \cdot n - 7,813 \cdot h + 0,495h + 0,186 \cdot n \cdot h + 30,945, \text{мг}$

Решение. Набрав исходные данные (таблица) в Mathcad (раздел аппроксимация функции 2-х переменных), получим:

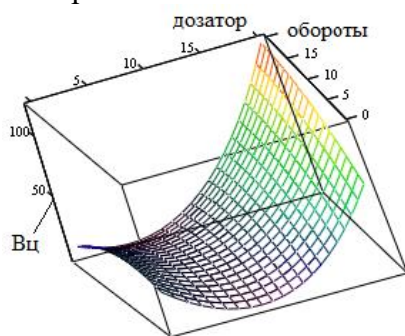
$$S = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 0,186 \\ 0,495 \\ -7,813 \\ 30,945 \\ 1,377 \\ -0,125 \end{pmatrix} \quad S := \text{regress}(XZ, 2) \quad \begin{matrix} a5 := 0,186 & x \cdot y \\ a4 := 0,495 & y^2 \\ a3 := -7,813 & y \\ a0 := 30,945 & 1 \\ a1 := 1,377 & x \\ a2 := -0,125 & x^2 \end{matrix} \quad f(x, y) := \text{interp}\left[S, X, Z, \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}\right]$$

$$R(x, y) := a1 \cdot x + a2 \cdot x^2 + a3 \cdot y + a4 \cdot y^2 + a5 \cdot x \cdot y + a0$$

или

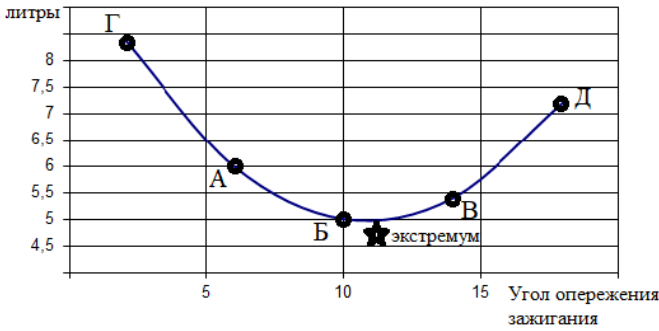
$$V_{\text{ц}}(n, h) = 1,37 \cdot n - 0,125 \cdot n^2 - 7,813 \cdot h + 0,495h^2 + 0,186 \cdot n \cdot h + 30,945, \text{мг}$$

Поверхность отклика показана ниже.

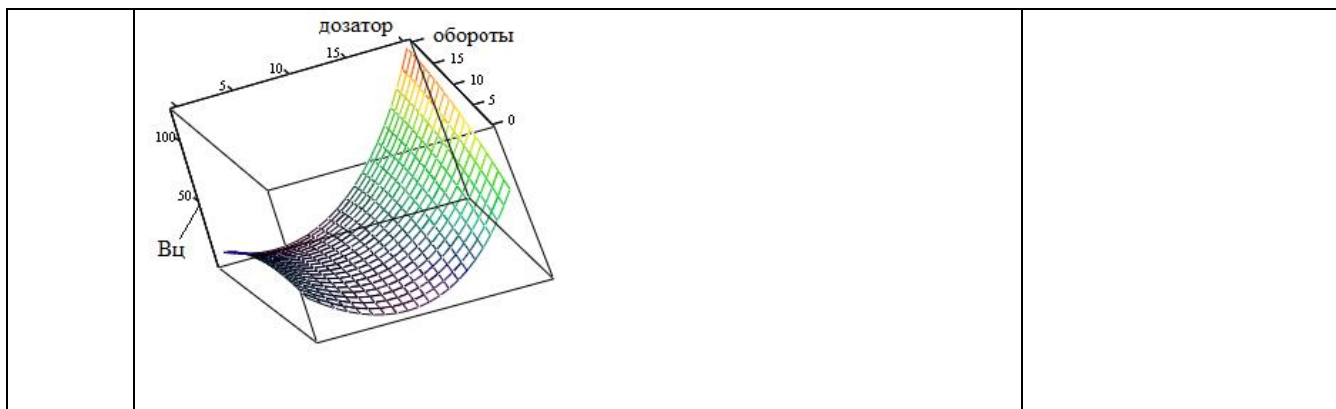


3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	123	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	124	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	123	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	3	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	4	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	4	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
9.	34512	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
10.	12354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
11.	45123	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
12.	52314	1б – полное правильное

		соответствие 06 – остальные случаи																				
13.	A4B1B2 Г5	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи																				
14.	A1B2B3Г5	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи																				
15.	A1B2B3Г5	16 – полное правильное соответствие 06 – остальные случаи																				
16.	Ответ: Функция отклика $y = 0,04375x^2 - 0,95000x + 10,12500$, где $y=G_t$ л/100км; $x= \Theta$ град. ПКВ; Координаты экстремума: $\Theta = 10,7$ град; $G_{tmin}=4,97$ л/100км или $G_t = 0,04375*\Theta^2 - 0,95*\Theta + 10,125$. Решение. По таблицам EXEL строим искомые графики с нанесением на них функции отклика (рис. 1). Расход топлива, литры  Зависимость расхода топлива (на 100 км) от угла опережения зажигания мотоциклетного двигателя: А, Б, В – опытные данные; Г, А, В, Д – экстраполяция опытных данных по углу опережения зажигания от 2 до 18 градусов. Функция отклика в натуральных единицах измерения: $G_t = 0,04375*\Theta^2 - 0,95*\Theta + 10,125$.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов																				
17.	<table><tr><td>№ опыта</td><td>Θ</td><td>α</td><td>g_e</td></tr><tr><td>1</td><td>15</td><td>1,5</td><td>g_{e1}</td></tr><tr><td>2</td><td>30</td><td>1,5</td><td>g_{e2}</td></tr><tr><td>3</td><td>15</td><td>3,5</td><td>g_{e3}</td></tr><tr><td>4</td><td>30</td><td>3,5</td><td>g_{e4}</td></tr></table> для получения плана эксперимента в натуральных единицах измерения для проведения названных испытаний дизеля 1Ч12/14 необходимо заменить относительные значения факторов x_1 (Θ) и x_2 (α) на крайние значения соответствующих диапазонов их изменения. Функцией отклика здесь является удельный расход топлива g_e.	№ опыта	Θ	α	g_e	1	15	1,5	g_{e1}	2	30	1,5	g_{e2}	3	15	3,5	g_{e3}	4	30	3,5	g_{e4}	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов
№ опыта	Θ	α	g_e																			
1	15	1,5	g_{e1}																			
2	30	1,5	g_{e2}																			
3	15	3,5	g_{e3}																			
4	30	3,5	g_{e4}																			
18.	Составляется и решается система из двух уравнений с двумя неизвестными. Находим производные функции $F(a,b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b))^2$ по переменным a и b, приравниваем эти производные к нулю. $\begin{cases} \frac{\partial F(a,b)}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial F(a,b)}{\partial b} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b)) x_i = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b)) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow$ $\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n 1 = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + nb = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$ Решаем полученную систему уравнений <u>методом Крамера</u> и получаем формулы для нахождения коэффициентов по методу наименьших квадратов (МНК).	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов																				

	$\text{Ответ. } a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n}$																																	
19.	Ответ: $y = -0,65x + 6,65$ Решение. Коэффициенты a, b оптимальной функции $y = ax + b$ найдем как решение системы: $\begin{cases} a \sum x_i^2 + b \sum x_i = \sum x_i y_i \\ a \sum x_i + b n = \sum y_i \end{cases}$ Расчет нужных сумм удобнее оформить в табличном виде: <table><tr><td>x_i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>$\sum x_i =$</td><td>15</td></tr><tr><td>y_i</td><td>5,3</td><td>6,3</td><td>4,8</td><td>3,8</td><td>3,3</td><td>$\sum y_i =$</td><td>23,5</td></tr><tr><td>x_i^2</td><td>1</td><td>2</td><td>6</td><td>16</td><td>25</td><td>$\sum x_i^2 =$</td><td>55</td></tr><tr><td>y_i^2</td><td>5,3</td><td>12,6</td><td>14,4</td><td>15,2</td><td>16,5</td><td>$\sum y_i^2 =$</td><td>64</td></tr></table> Таким образом, получаем $\begin{cases} 55a + 15b = 64 \\ 15a + 5b = 23,5 \end{cases}$ По методу Крамера: $\Delta = \begin{vmatrix} 55 & 15 \\ 15 & 5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 5 - 15 \cdot 15 = 50,$ $\Delta_a = \begin{vmatrix} 64 & 15 \\ 23,5 & 5 \end{vmatrix} = 64 \cdot 5 - 23,5 \cdot 15 = -32,5$$a = \Delta_a / \Delta = -32,5 / 50 = -0,65$$\Delta_b = \begin{vmatrix} 55 & 64 \\ 15 & 23,5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 23,5 - 15 \cdot 64 = 332,5, \quad b = \Delta_b / \Delta = 332,5 / 50 = 6,65$	x_i	1	2	3	4	5	$\sum x_i =$	15	y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3	$\sum y_i =$	23,5	x_i^2	1	2	6	16	25	$\sum x_i^2 =$	55	y_i^2	5,3	12,6	14,4	15,2	16,5	$\sum y_i^2 =$	64	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов
x_i	1	2	3	4	5	$\sum x_i =$	15																											
y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3	$\sum y_i =$	23,5																											
x_i^2	1	2	6	16	25	$\sum x_i^2 =$	55																											
y_i^2	5,3	12,6	14,4	15,2	16,5	$\sum y_i^2 =$	64																											
20.	$V_c(n, h) = 1,37 \cdot n - 0,125 \cdot n^2 - 7,813 \cdot h + 0,495h^2 + 0,186 \cdot n \cdot h + 30,945, \text{мг}$ Решение. Набрав исходные данные (таблица) в Mathcad (раздел аппроксимация функции 2-х переменных), получим: $S = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 0,186 \\ 0,495 \\ -7,813 \\ 30,945 \\ 1,377 \\ -0,125 \end{pmatrix} \cdot \begin{matrix} a5 := 0,186 & x \cdot y \\ a4 := 0,495 & y^2 \\ a3 := -7,813 & y \\ a0 := 30,945 & 1 \\ a1 := 1,377 & x \\ a2 := -0,125 & x^2 \end{matrix}$ $f(x, y) := \text{interp} \left[S, X, Z, \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \right]$$S := \text{regress}(XZ, 2) \quad R(x, y) := a1 \cdot x + a2 \cdot x^2 + a3 \cdot y + a4 \cdot y^2 + a5 \cdot x \cdot y + a0$ или $V_c(n, h) = 1,37 \cdot n - 0,125 \cdot n^2 - 7,813 \cdot h + 0,495h^2 + 0,186 \cdot n \cdot h + 30,945, \text{мг}$ Поверхность отклика показана ниже.	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов																																



Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

ВАРИАНТ 2

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 1.

Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие принципы, положенные в основу теории планирования эксперимента, направлены на повышение эффективности экспериментирования?

- 1) стремление к минимизации общего числа опытов.
- 2) одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам — алгоритмам.
- 3) выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованное решение после каждой серии экспериментов
- 4) выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 124

Обоснование: 124 – это принципы, положенные в основу теории планирования эксперимента.

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 2.

Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие задачи решаются в процессе планирования эксперимента?

- 1) поиск оптимальных условий.
- 2) построение интерполяционных формул.
- 3) стремление к минимизации общего числа опытов.
- 4) оценка и уточнение констант теоретических моделей.
- 5) использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора.

Ответ: 12345

Обоснование: 12345 – это задачи, которые решаются в процессе планирования эксперимента используются для решения планирование эксперимента

Задание с выбором ответа базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что при разработке методики проведения эксперимента необходимо предусматривать?

- 1) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов
- 2) проведение предварительного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных и выбора варьирующих факторов.
- 3) подбор объектов воздействия и устранение влияния случайных факторов.
- 4) определение пределов измерений.
- 5) обоснование объема эксперимента, числа опытов

Ответ: 234.

Обоснование: 234 - это мероприятия, которые необходимо предусмотреть при проведении эксперимента.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что предусматривается определять при разработке плана эксперимента?

- 1) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов
- 2) цель и задачи эксперимента.
- 3) выбор варьирующих факторов.
- 4) поиск оптимальных условий.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 234

Обоснование: цель и задачи эксперимента, выбор варьирующих факторов, поиск оптимальных условий это задачи, которые решаются при разработке плана эксперимента.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 5.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие методы предназначены для накопления первичных данных об объектах исследования?

- 1) вариационный анализ и дисперсионный анализ
- 2) наблюдение и дисперсионный анализ
- 3) эксперимент и вариационный анализ
- 4) наблюдение и эксперимент.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 4

Обоснование: наблюдение и эксперимент предназначены для накопления первичных данных об объектах исследования.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 6.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Каких классов эксперимента не бывает?

- 1) формирующего
- 2) констатирующего
- 3) контролирующего
- 4) активирующего.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 4

Обоснование: активирующего эксперимента не бывает.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 7.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что из представленного является критерием истинности теории?

- 1) аксиома
- 2) практика.
- 3) опыт
- 4) доказательство
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 2.

Обоснование: критерием истинности теории является практика.

Задание с выбором ответа
базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Объект исследования - это:

- 1) процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.
- 2) мыслительная операция, посредством которой из некоторого количества заданных суждений выводится иное суждение, определенным образом связанное с исходным
- 3) описание открытия, составленное по утвержденной форме и содержащее исчерпывающее изложение сущности открытия
- 4) все перечисленное
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1

Обоснование: объект исследования - процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность действий при планировании эксперимента.

1. Выбор объекта
2. Формулирование вывода
3. Фиксирование результатов, построение модели
4. Формулирование гипотезы
5. Выбор изменяемого условия

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	4	5	3	2
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Запишите правильную последовательность этапов работы над исследовательским проектом:

1. Определение цели исследования, постановка задач исследования.
2. Планирование работы. Проведение эксперимента.
3. Выбор методов исследования.
4. Оформление результатов.
5. Обработка полученных данных.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	3	2	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность действий при построении функции отклика.

1. Выбирается матрица планирования в зависимости от числа значимых факторов.
2. Определяются диапазоны варьирования факторов в натуральном измерении в соответствии с принятой матрицей планирования.
3. Составляется план эксперимента по проведению натурных испытаний объекта, выбирается контрольно-измерительная аппаратура.
4. Обработка результатов эксперимента.
5. Строится функция отклика, анализ функции отклика формулируются выводы.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Задание на установление последовательности
повышенный уровень

Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность этапов научного исследования.

- 1) выдвижение гипотезы
- 2) постановка экспериментов для оценки гипотезы
- 3) наблюдение и сбор фактов
- 4) создание теории
- 5) подтверждение гипотезы

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

1	2	3	5	4
---	---	---	---	---

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие понятий.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	жеребьевка	1	экспериментальное воздействие
Б	активно изменяемая исследователем переменная	2	рандомизация
В	количественная характеристика	3	опрос
Г	повторение основного эксперимента	4	измерение
		5	репликация

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Задание на установление соответствия
повышенный уровень

Задание 14.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие понятий.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Выполняемая задача	Показатель соответствия
--------------------	-------------------------

А	фактор	1	модель объекта исследования
Б	функция отклика	2	независимая переменная
В	план первого порядка	3	коэффициенты линейного уравнения регрессии
Г	активный эксперимент	4	при проведении эксперимента входные параметры изменяются по случайным образом
		5	при проведении эксперимента входные параметры изменяются по заранее заданному плану

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
2	1	3	5

Задание на установление соответствия повышенный уровень

Задание 15.

Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие понятий.

Выполняемая задача		Показатель соответствия	
А	Планирование эксперимента	1	систематические ошибки
Б	Теория вероятности	2	раздел математики, изучающий закономерности случайных явлений
В	Результаты эксперимента	3	критерий истинности теории является
Г	Разновидность ошибок, которая постоянно приводит к завышению результатов исследований	4	случайные ошибки
		5	комплекс мероприятий, направленных на эффективную постановку опытов

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г
5	2	3	1

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 16.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

<table border="1"> <tr> <th>х</th><th>у</th></tr> <tr> <td>10</td><td>0,3</td></tr> <tr> <td>20</td><td>0,38</td></tr> <tr> <td>30</td><td>0,33</td></tr> </table>	х	у	10	0,3	20	0,38	30	0,33	Функция $y=y(x)$ задана таблицей экспериментальных данных: Получить функцию отклика и найти ее экстремум. Представить данные графически Указание: использовать таблицы EXEL для получения функции отклика путем построения линии трейда в виде полинома 2-го порядка.
х	у								
10	0,3								
20	0,38								
30	0,33								

Ответ: Функция отклика $y = -0,0006x^2 + 0,0275x + 0,09$.

Координаты экстремума: $x = 21$; $y = 0,36$.

Решение: По таблицам EXEL строим искомый график с нанесением на него функции отклика (рис. 1). Экстремум определяем дифференцированием линии трейда.

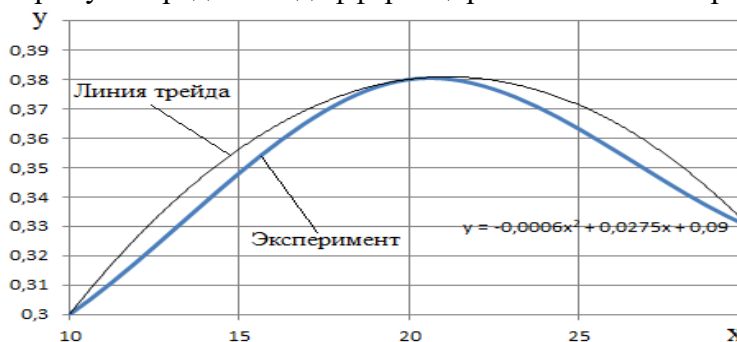


Рис. 1 – Функция отклика

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 17.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Используя матрицу планирования эксперимента с двумя факторами (табл. 1)

Таблица 1

Комбинации уровней двух факторов

№ опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4

получить план эксперимента в натуральных единицах измерения для проведения испытаний дизеля 4Ч8,5/11 для определения влияния угла опережения впрыска (Θ) и коэффициента избытка воздуха (α) на удельный расход топлива (g_e). Диапазон изменения $\Theta=15\ldots30$ град. ПКВ до ВМТ и $\alpha=2\ldots4$.

Ответ:

№ опыта	Θ	α	g_e
1	15	2	g_{e1}
2	30	2	g_{e2}
3	15	4	g_{e3}
4	30	4	g_{e4}

Решение: для получения плана эксперимента в натуральных единицах измерения для проведения названных испытаний дизеля 4Ч8,5/11 необходимо заменить относительные значения факторов x_1 (Θ) и x_2 (α) на крайние значения соответствующих диапазонов их изменения.

Функцией отклика здесь является удельный расход топлива g_e .

Задание с развернутым ответом
Высокий уровень

Задание 18.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Вывести формулы для нахождения коэффициентов полинома 2=го порядка при использовании метода наименьших квадратов.

Решение.

Составляется и решается система из двух уравнений с двумя неизвестными. Находим производные функции $F(a,b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b))^2$ по переменным a и b , приравниваем эти производные к нулю.

$$\begin{cases} \frac{\partial F(a,b)}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial F(a,b)}{\partial b} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b)) x_i = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b)) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n 1 = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + nb = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$$

Решаем полученную систему уравнений методом Крамера и получаем формулы для нахождения коэффициентов по методу наименьших квадратов (МНК).

$$\text{Ответ. } a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 19.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

В результате исследования взаимосвязи двух показателей, получены следующие пары чисел:

x_i	1	2	3	4	5
y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3

Методом наименьших квадратов найти линейную функцию, которая наилучшим образом приближает эмпирические (опытные) данные.

Ответ: $y = -0,65x + 6,65$

Решение.

Коэффициенты a , b оптимальной функции $y = ax + b$ найдем как решение системы:

$$\begin{cases} a \sum x_i^2 + b \sum x_i = \sum x_i y_i \\ a \sum x_i + bn = \sum y_i \end{cases}$$

Расчет нужных сумм удобнее оформить в табличном виде:

x_i	1	2	3	4	5	$\sum x_i =$	15
y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3	$\sum y_i =$	23,5
x_i^2	1	2	6	16	25	$\sum x_i^2 =$	55
y_i^2	5,3	12,6	14,4	15,2	16,5	$\sum y_i^2 =$	64

Таким образом, получаем
$$\begin{cases} 55a + 15b = 64 \\ 15a + 5b = 23,5 \end{cases}$$

По методу Крамера: $\Delta = \begin{vmatrix} 55 & 15 \\ 15 & 5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 5 - 15 \cdot 15 = 50$, $\Delta_a = \begin{vmatrix} 64 & 15 \\ 23,5 & 5 \end{vmatrix} = 64 \cdot 5 - 23,5 \cdot 15 = -32,5$

$a = \Delta_a / \Delta = -32,5 / 50 = -0,65$

$\Delta_b = \begin{vmatrix} 55 & 64 \\ 15 & 23,5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 23,5 - 15 \cdot 64 = 332,5$, $b = \Delta_b / \Delta = 332,5 / 50 = 6,65$

Задание с развернутым ответом Высокий уровень

Задание 20.

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

Результаты расчетного эксперимента по установлению зависимости цикловой подачи вязкого биотоплива (Вц) автомобильного дизеля в зависимости от частоты вращения (n) и положения дозатора топлива (h), связанного с акселератором (педалью «газа») в высокооборотном дизеле с механическим или электронным регулятором частоты вращения приведены в таблицах. Здесь X – факторы $X_1 = n$, $X_2 = h$, Z – функция отклика (цикловая подача топлива Вц).

$$X = \begin{pmatrix} n & 1 & 3 & 6 & 12 & 15 & 20 & 1 & 3 & 6 & 12 & 15 & 20 & 1 & 3 & 6 & 12 & 15 & 20 \\ h & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 9 & 12 & 12 & 12 & 12 & 12 & 12 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 \end{pmatrix}^T$$

$$Z = \begin{pmatrix} 6.922 & 11.278 & 15.92 & 14.93 & 13.91 & 12.34 & 11.606 & 23.38 & 27.908 & 21.985 & 19.858 & 17.263 & 21.26 & 37.22 & 40.14 & 30.29 & 27 & 22.97 \end{pmatrix}$$

Здесь частота вращения указана в сотнях оборотов в минуту ($n \cdot 100$), положение дозатора - в десятых долях мм ($h/10$ мм), цикловая подача топлива (Вц) в мг.

Показать поверхность функции отклика $Вц=f(n,h)$ отклика для данного 2-х факторного эксперимента. Указание: использовать Mathcad (11 -14).

Ответ. График поверхности отклика (рис. 2).

Решение. Набрав исходные данные (таблицы) в Mathcad (раздел аппроксимация функции 2-х переменных). Матрица факторов X должна быть транспонирована (знак Т вверху справа). В результате получим искомую поверхность отклика, которая показана ниже.

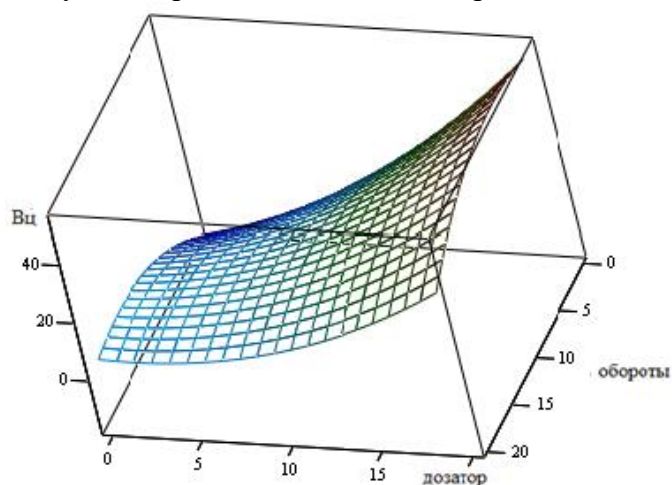
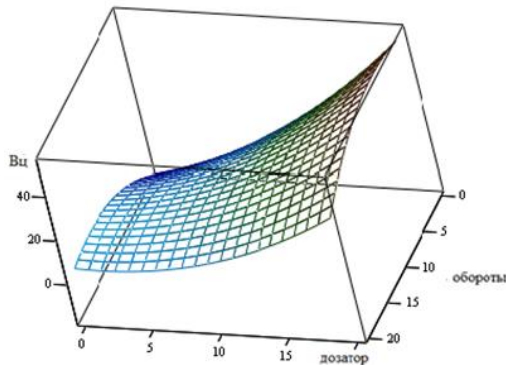


Рис. 2 - График поверхности отклика

3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

№ задания	Верный ответ	Критерии
1.	124	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
2.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
3.	234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
4.	234	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
5.	4	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
6.	4	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
7.	2	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи
8.	1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи

9.	14532	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи																				
10.	13254	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи																				
11.	12345	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи																				
12.	12354	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи																				
13.	A2B1B4 Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи																				
14.	A2B1B3Г5	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи																				
15.	A5B2B3Г1	1б – полное правильное соответствие 0б – остальные случаи																				
16.	Функция отклика $y = -0,0006x^2 + 0,0275x + 0,09$. Координаты экстремума: $x = 21$; $y=0,36$	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов																				
17.	<table><tr><td>№ опыта</td><td>Θ</td><td>α</td><td>g_e</td></tr><tr><td>1</td><td>15</td><td>2</td><td>g_{e1}</td></tr><tr><td>2</td><td>30</td><td>2</td><td>g_{e2}</td></tr><tr><td>3</td><td>15</td><td>4</td><td>g_{e3}</td></tr><tr><td>4</td><td>30</td><td>4</td><td>g_{e4}</td></tr></table>	№ опыта	Θ	α	g _e	1	15	2	g _{e1}	2	30	2	g _{e2}	3	15	4	g _{e3}	4	30	4	g _{e4}	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов
№ опыта	Θ	α	g _e																			
1	15	2	g _{e1}																			
2	30	2	g _{e2}																			
3	15	4	g _{e3}																			
4	30	4	g _{e4}																			
18.	Решение. Составляется и решается система из двух уравнений с двумя неизвестными. Находим производные функции $F(a,b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b))^2$ по переменным a и b, приравниваем эти производные к нулю. $\begin{cases} \frac{\partial F(a,b)}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial F(a,b)}{\partial b} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b))x_i = 0 \\ -2 \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b)) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow$ $\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n 1 = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ a \sum_{i=1}^n x_i + nb = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$ Решаем полученную систему уравнений <u>методом Крамера</u> и получаем формулы для нахождения коэффициентов по методу наименьших квадратов (МНК). $\text{Ответ. } a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n}$	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов																				
19.	Ответ: $y = - 0.65x+6.65$	Полный правильный ответ на																				

	Решение. Коэффициенты a, b оптимальной функции $y=ax+b$ найдем как решение системы: $\begin{cases} a\sum x_i^2 + b\sum x_i = \sum x_i y_i \\ a\sum x_i + bn = \sum y_i \end{cases}$ Расчет нужных сумм удобнее оформить в табличном виде: <table><tr><td>x_i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>$\sum x_i =$</td><td>15</td></tr><tr><td>y_i</td><td>5,3</td><td>6,3</td><td>4,8</td><td>3,8</td><td>3,3</td><td>$\sum y_i =$</td><td>23,5</td></tr><tr><td>x_i^2</td><td>1</td><td>2</td><td>6</td><td>16</td><td>25</td><td>$\sum x_i^2 =$</td><td>55</td></tr><tr><td>y_i^2</td><td>5,3</td><td>12,6</td><td>14,4</td><td>15,2</td><td>16,5</td><td>$\sum y_i^2 =$</td><td>64</td></tr></table> Таким образом, получаем $\begin{cases} 55a + 15b = 64 \\ 15a + 5b = 23,5 \end{cases}$ По методу Крамера: $\Delta = \begin{vmatrix} 55 & 15 \\ 15 & 5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 5 - 15 \cdot 15 = 50$, $\Delta_a = \begin{vmatrix} 64 & 15 \\ 23,5 & 5 \end{vmatrix} = 64 \cdot 5 - 23,5 \cdot 15 = -32,5$ $a = \Delta_a / \Delta = -32,5 / 50 = -0,65$ $\Delta_b = \begin{vmatrix} 55 & 64 \\ 15 & 23,5 \end{vmatrix} = 55 \cdot 23,5 - 15 \cdot 64 = 332,5$, $b = \Delta_b / \Delta = 332,5 / 50 = 6,65$	x_i	1	2	3	4	5	$\sum x_i =$	15	y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3	$\sum y_i =$	23,5	x_i^2	1	2	6	16	25	$\sum x_i^2 =$	55	y_i^2	5,3	12,6	14,4	15,2	16,5	$\sum y_i^2 =$	64	задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов
x_i	1	2	3	4	5	$\sum x_i =$	15																											
y_i	5,3	6,3	4,8	3,8	3,3	$\sum y_i =$	23,5																											
x_i^2	1	2	6	16	25	$\sum x_i^2 =$	55																											
y_i^2	5,3	12,6	14,4	15,2	16,5	$\sum y_i^2 =$	64																											
20.		Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ответ отсутствует - 0 баллов																																

Шкала оценивания теста

шкала оценивания	интервал баллов
5	27-30
4	21-26
3	14-20
2	0-13

Оценочные средства по дисциплине

«Планирование, обработка и анализ эксперимента»

Вопросы к практической работе (базовый уровень):

1. Почему результаты наблюдения нельзя считать истиной?
2. Особенности "хорошо организованных систем".
3. Особенности "плохо организованных систем".
4. Различие законов и закономерностей.
5. Цель научных исследований.
6. Цель инженерных исследований.
7. Факторы и уровни факторов.
8. Понятие события.
9. Невозможное и достоверное событие.
10. Классическое определение вероятности.
11. Случайная величина.
12. Закон распределения случайной величины.

13. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства.
14. Понятие математического ожидания.
15. Понятие дисперсии и среднего квадратического отклонения.
16. Понятие медианы.
17. Понятие моды.
18. Понятие размаха.
19. Понятие ковариации и коэффициента корреляции.
20. Статистическое определение вероятности.
21. Выборка и генеральная совокупность.
22. Что входит в первичную обработку информации?
23. Что является целью первичной обработки информации?
24. Что входит в статистический анализ информации?
25. Что является целью статистического анализа информации?
26. 4.1. Основные проблемы сбора и обработки информации.
27. Что такое естественный отбор?
28. Что такое искусственный отбор?
29. Что такое пристрастный отбор?
30. Что такое случайный отбор?
31. Что такое типический отбор?
32. Что такое репрезентативный отбор?
33. Что такое расслоенный отбор?
34. Обобщенное понятие точечных оценок.
35. Что и как определяет точечная оценка?
36. Как проводится точечная оценка?
37. Какие точечные оценки необходимы для анализа случайной величины?
38. Какие характеристики случайных величин можно получить с помощью точечных оценок?
39. Что такое свойство несмещенности точечной оценки?
40. Что такое свойство состоятельности точечной оценки?
41. Что такое свойство эффективности точечной оценки?
42. Основная идея метода моментов.
43. Основной недостаток метода моментов.
44. Основное достоинство метода моментов.
45. Какое свойство точечных оценок обеспечивает метода моментов?
46. Основная идея метода наибольшего правдоподобия.
47. Основной недостаток метода наибольшего правдоподобия.
48. Что такое функция наибольшего правдоподобия?
49. Что такое робастность?
50. Что характеризует число степеней свободы?
51. В чем проявляется фундаментальность нормального закона распределения?
52. Что описывает нормальный закон распределения?
53. Что такое выборочные функции?
54. Для чего строятся выборочные функции.
55. Основная цель использования выборочных функций.
56. Общее понятие доверительного интервала для точечных оценок.
57. Роль выборочных функций в построении доверительных интервалов.
58. Что необходимо знать для построения доверительного интервала?
59. Как доверительный интервал определяет точность оценки?
60. Связь доверительного интервала, точности и объема информации.
61. Что может и чего не может сделать статистическая проверка гипотез?
62. Для чего служит проверка статистических гипотез?
63. Что такое параметрические критерии?
64. Для чего применяются параметрические критерии?
65. Что необходимо знать для проверки параметрического критерия?
66. Роль функции правдоподобия в проверке гипотез.

67. Что такое ошибка I рода?
68. Что такое ошибка II рода?
69. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область малого правдоподобия?
70. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область большого правдоподобия?
71. Понятие альтернативной гипотезы?
72. Виды альтернативных гипотез.
73. Что такое непараметрические критерии?
74. Что является основной задачей непараметрических критериев?
75. Основная идея критерия знаков.
76. Смысловое содержание критерия согласия К. Пирсона.
77. Что лежит в основе метода контрольных карт?
78. Что такое контрольная карта?
79. Какой контроль позволяют осуществлять контрольные карты?
80. Какой метод лежит в основе приемочного контроля?
81. Какие уровни качества лежат в основе определения приемочного числа?
82. Задачи многомерного статистического анализа.
83. Основные вопросы, решаемые статистическим анализом.
84. Прикладной смысл среднего квадратического отклонения и коэффициента корреляции.
85. Ковариация как характеристика тенденции связи случайных величин.
86. Какой характер имеет соотношение коррелированности с зависимостью?
87. Основная задача корреляционного анализа.
88. Основная задача регрессионного анализа.
89. Основная задача конъюнктного анализа.
90. Основная задача дисперсионного анализа.
91. О чем свидетельствует близость нулю коэффициента корреляции?
92. О чем свидетельствует близость единице коэффициента корреляции?
93. Две оценки тесноты связи случайных величин.
94. Структура корреляционного отношения.
95. В чем заключается основная идея дисперсионного анализа?
96. Существенные предположения дисперсионного анализа.
97. На какие части можно разбить дисперсию результатов однофакторного эксперимента?
98. Что характеризует остаточная дисперсия?
99. Что характеризует межгрупповая дисперсия?
100. Какой вывод можно сделать из сравнения составляющих дисперсий?
101. Как проверяется условие независимости факторов?
102. Какой критерий лежит в основе оценки влияния исследуемого фактора?
103. Как обеспечивается близость распределения исследуемых факторов нормальному распределению?
104. Что такое линия регрессии?
105. Из каких соображений выбирается вид линии регрессии?
106. Для чего нужна проверка гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции?
107. Каким методом находятся параметры линии регрессии?
108. Частным случаем какого метода является метод наименьших квадратов?
109. Какой физический смысл имеет метод наименьших квадратов?
110. Что характеризуют частные дисперсии, исследуемые при построении линии регрессии?
111. Какие компоненты определяют связь факторов в конъюнктном анализе?
112. Каково математическое ожидание у стохастических компонент?
113. Определение эксперимента.
114. Для чего предназначен эксперимент?
115. Определение опыта.
116. Что такое активный и пассивный эксперименты?

117. Определение плана эксперимента.
118. Какие факторы задаются в плане эксперимента?
119. Смысловое содержание дисперсионной модели.
120. Смысловое содержание регрессионной модели.
121. Что такое планирование эксперимента?
122. В чем состоит принцип отказа от полного перебора?
123. В чем состоит принцип последовательного планирования?
124. В чем состоит принцип сопоставления с шумом?
125. В чем состоит принцип рандомизации?
126. В чем состоит принцип оптимальности плана?
127. Цель планирования эксперимента.
128. Каким условиям должна удовлетворять информация, полученная в результате правильно спланированного эксперимента?
129. Как можно управлять эффективностью экспериментальных оценок?
130. Общий вид латинских квадратов.
131. Использование среднего квадратического отклонения для планирования объема эксперимента.
132. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
133. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.
134. Суть однофакторного эксперимента.
135. Типовая гипотеза однофакторного эксперимента.
136. Вид дисперсионной математической модели однофакторного эксперимента.
137. На какие составляющие разбивается дисперсия результатов однофакторного эксперимента?
138. Чем оценивается значимость исследуемого фактора?
139. Что такое полный факторный эксперимент?
140. Что такое полный план?
141. Суть двухфакторного эксперимента.
142. Типовая гипотеза двухфакторного эксперимента.
143. Вид дисперсионной математической модели двухфакторного эксперимента.
144. Понятие полных и неполных блоков плана.
145. Что такое сбалансированные блоки?
146. Типовая гипотеза трехфакторного эксперимента.
147. Вид дисперсионной математической модели трехфакторного эксперимента.
148. План линейного трехфакторного двухуровневого эксперимента.
149. Что такое симметричность плана?
150. Что такое условие нормировки плана?
151. Что такое ортогональность плана?
152. Что такое насыщенность плана?
153. Что такое ненасыщенный и сверхнасыщенный планы?
154. Правило для построения полного плана.
155. Связь полноты плана с моделью плана.
156. Для чего служат дробные планы?
157. Каким условиям должен удовлетворять дробный план?
158. Правило для построения дробного плана.
159. Основная идея метода главных компонент.
160. Основная цель метода главных компонент.
161. На основе какого свойства факторов метод главных компонент позволяет выбрать исследуемые факторы?
162. На чем основан метод главных компонент?
163. Основная идея факторного анализа.
164. Основная цель факторного анализа.
165. На основе какого свойства факторов факторный анализ позволяет выбрать исследуемые факторы?
166. Вопросы, решаемые методами экспертных оценок.
167. Основные показатели результатов экспертных оценок.

Выполняется в соответствии с:

- методическими указаниями к практическим занятиям по дисциплине «Планирование эксперимента» (для студентов направления подготовки 13.04.03.«Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания»)/ Сост. С.И.Тырловой. - Луганск: Изд-во ЛНУ им.В.Даля, 2019. - 54 с.;
- методическими указаниями к самостоятельной работе по дисциплине «Планирование эксперимента» (для студентов специальности “Двигатели внутреннего сгорания”) / Сост.: Ю.В. Сторчеус, Н.А. Антоненко. - Луганск: изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2016. - 25 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Практическая работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач)
4	Практическая работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)
3	Практическая работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)
2	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)

Вопросы к индивидуальному заданию: (базовый уровень)

1. Понятие события.
2. Невозможное и достоверное событие.
3. Классическое определение вероятности.
4. Случайная величина.
5. Закон распределения случайной величины.
6. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей, их свойства.
7. Понятие математического ожидания.
8. Понятие дисперсии и среднего квадратического отклонения.
9. Понятие медианы.
10. Понятие моды.
11. Понятие размаха.
12. Понятие ковариации и коэффициента корреляции.
13. Статистическое определение вероятности.
14. Выборка и генеральная совокупность.
15. Что входит в первичную обработку информации?
16. Что является целью первичной обработки информации?
17. Что входит в статистический анализ информации?
18. Что является целью статистического анализа информации?
19. Основные проблемы сбора и обработки информации.
20. Что такое естественный отбор?
21. Что такое искусственный отбор?
22. Что такое пристрастный отбор?
23. Что такое случайный отбор?

24. Что такое типический отбор?
25. Что такое репрезентативный отбор?
26. Что такое расслоенный отбор?
27. Обобщенное понятие точечных оценок.
28. Что и как определяет точечная оценка?
29. Как проводится точечная оценка?
30. Какие точечные оценки необходимы для анализа случайной величины?
31. Какие характеристики случайных величин можно получить с помощью точечных оценок?
32. Что такое свойство несмещенности точечной оценки?
33. Что такое свойство состоятельности точечной оценки?
34. Что такое свойство эффективности точечной оценки?
35. Основная идея метода моментов.
36. Основной недостаток метода моментов.
37. Основное достоинство метода моментов.
38. Какое свойство точечных оценок обеспечивает метода моментов?
39. Основная идея метода наибольшего правдоподобия.
40. Основной недостаток метода наибольшего правдоподобия.
41. Что такое функция наибольшего правдоподобия?
42. Что такое робастность?
43. Что характеризует число степеней свободы?
44. В чем проявляется фундаментальность нормального закона распределения?
45. Что описывает нормальный закон распределения?
46. Что такое выборочные функции?
47. Для чего строятся выборочные функции.
48. Основная цель использования выборочных функций.
49. Общее понятие доверительного интервала для точечных оценок.
50. Роль выборочных функций в построении доверительных интервалов.
51. Что необходимо знать для построения доверительного интервала?
52. Как доверительный интервал определяет точность оценки?
53. Связь доверительного интервала, точности и объема информации.
54. Что может и чего не может сделать статистическая проверка гипотез?
55. Для чего служит проверка статистических гипотез?
56. Что такое параметрические критерии?
57. Для чего применяются параметрические критерии?
58. Что необходимо знать для проверки параметрического критерия?
59. Роль функции правдоподобия в проверке гипотез.
60. Что такое ошибка I рода?
61. Что такое ошибка II рода?
62. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область малого правдоподобия?
63. Какой вывод следует сделать, если выборочная оценка попадает в область большого правдоподобия?
64. Понятие альтернативной гипотезы?
65. Виды альтернативных гипотез.
66. Что такое непараметрические критерии?
67. Что является основной задачей непараметрических критериев?
68. Основная идея критерия знаков.
69. Смысловое содержание критерия согласия К. Пирсона.
70. Что лежит в основе метода контрольных карт?
71. Что такое контрольная карта?
72. Какой контроль позволяют осуществлять контрольные карты?
73. Какой метод лежит в основе приемочного контроля?
74. Какие уровни качества лежат в основе определения приемочного числа?
75. Основные вопросы, решаемые статистическим анализом.
76. Прикладной смысл среднего квадратического отклонения и коэффициента корреляции.

77. Ковариация как характеристика тенденции связи случайных величин.
78. Какой характер имеет соотношение коррелированности с зависимостью?
79. Основная задача корреляционного анализа.
80. Основная задача регрессионного анализа.
81. Основная задача конфлюэнтного анализа.
82. Основная задача дисперсионного анализа.
83. О чем свидетельствует близость нулю коэффициента корреляции?
84. О чем свидетельствует близость единице коэффициента корреляции?
85. Две оценки тесноты связи случайных величин.
86. Структура корреляционного отношения.
87. В чем заключается основная идея дисперсионного анализа?
88. Существенные предположения дисперсионного анализа.
89. На какие части можно разбить дисперсию результатов однофакторного эксперимента?
90. Что характеризует остаточная дисперсия?
91. Что характеризует межгрупповая дисперсия?
92. Какой вывод можно сделать из сравнения составляющих дисперсий?
93. Как проверяется условие независимости факторов?
94. Какой критерий лежит в основе оценки влияния исследуемого фактора?
95. Как обеспечивается близость распределения исследуемых факторов нормальному распределению?
96. Что такое линия регрессии?
97. Из каких соображений выбирается вид линии регрессии?
98. Для чего нужна проверка гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции?
99. Каким методом находятся параметры линии регрессии?
100. Частным случаем какого метода является метод наименьших квадратов?
101. Какой физический смысл имеет метод наименьших квадратов?
102. Что характеризуют частные дисперсии, исследуемые при построении линии регрессии?
103. Какие компоненты определяют связь факторов в конфлюэнтном анализе?
104. Каково математическое ожидание у стохастических компонент?
105. Определение эксперимента.
106. Для чего предназначен эксперимент?
107. Определение опыта.
108. Что такое активный и пассивный эксперименты?
109. Определение плана эксперимента.
110. Какие факторы задаются в плане эксперимента?
111. Смысловое содержание дисперсионной модели.
112. Смысловое содержание регрессионной модели.
113. Что такое планирование эксперимента?
114. В чем состоит принцип отказа от полного перебора?
115. В чем состоит принцип последовательного планирования?
116. В чем состоит принцип сопоставления с шумом?
117. В чем состоит принцип рандомизации?
118. В чем состоит принцип оптимальности плана?
119. Цель планирования эксперимента.
120. Каким условиям должна удовлетворять информация, полученная в результате правильно спланированного эксперимента?
121. Как можно управлять эффективностью экспериментальных оценок?
122. Общий вид латинских квадратов.
123. Использование среднего квадратического отклонения для планирования объема эксперимента.
124. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
125. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.
126. Суть однофакторного эксперимента.
127. Типовая гипотеза однофакторного эксперимента.
128. Вид дисперсионной математической модели однофакторного эксперимента.

129. На какие составляющие разбивается дисперсия результатов однофакторного эксперимента?
130. Чем оценивается значимость исследуемого фактора?
131. Что такое полный факторный эксперимент?
132. Что такое полный план?
133. Суть двухфакторного эксперимента.
134. Типовая гипотеза двухфакторного эксперимента.
135. Вид дисперсионной математической модели двухфакторного эксперимента.
136. Понятие полных и неполных блоков плана.
137. Что такое сбалансированные блоки?
138. Типовая гипотеза трехфакторного эксперимента.
139. Вид дисперсионной математической модели трехфакторного эксперимента.
140. План линейного трехфакторного двухуровневого эксперимента.
141. Что такое симметричность плана?
142. Что такое условие нормировки плана?
143. Что такое ортогональность плана?
144. Что такое насыщенность плана?
145. Что такое ненасыщенный и сверхнасыщенный планы?
146. Правило для построения полного плана.
147. Связь полноты плана с моделью плана.
148. Для чего служат дробные планы?
149. Каким условиям должен удовлетворять дробный план?
150. Правило для построения дробного плана.
151. Основная идея метода главных компонент.
152. Основная цель метода главных компонент.
153. На основе какого свойства факторов метод главных компонент позволяет выбрать исследуемые факторы?
154. На чем основан метод главных компонент?
155. Основная идея факторного анализа.
156. Основная цель факторного анализа.
157. На основе какого свойства факторов факторный анализ позволяет выбрать исследуемые факторы?
158. Вопросы, решаемые методами экспертных оценок.
159. Основные показатели результатов экспертных оценок.

(высокий уровень)

Задача № 1. Требуется разработать контрольную карту средних значений контролируемого параметра $\bar{X}$, определяемых по данным $N = 4$ замеров, для текущего контроля качества технологического процесса. Нижнюю и верхнюю контрольные границы определить по значениям соответствующих уровней значимости (вероятностей ошибок I рода в нижнюю и верхнюю стороны): α^- и α^+ . Номинальное значение контролируемого параметра составляет a , а среднее квадратическое отклонение σ .

Индивидуальные данные варианта составлять следующим образом:

$a = 0$, последние 3 цифры № зачетки;

$\sigma = 0,0$ последняя 1 значащая цифра № зачетки;

$\alpha^- = 0,0$ последние 2 цифры № зачетки (00 заменять на 10);

$\alpha^+ = 0,000$ последние 2 цифры № зачетки (00 заменять на 10).

Задача № 2. Требуется двумя способами (**с** помощью одностороннего доверительного интервала и альтернативной гипотезы вида: $H_1: a = a_1$) определить необходимый объем летных испытаний для решения вопроса о возможности эксплуатации самолета на аэродроме с располагаемой посадочной дистанцией $L_{a/d}$. Допускаются погрешность δ и вероятности: ошибочного отвергания возможности эксплуатации до α и ошибочного принятия – до β . В качестве значения среднего квадратического отклонения величины единичной посадочной дистанции принять σ .

Индивидуальные данные варианта выбирать следующим образом:

$\delta =$ последняя 1 значащая цифра № зачетки **и 0** (десятки м);

σ = предпоследняя 1 значащая цифра № зачетки и 0 (десятки м);
 α = 0, последние 2 цифры № зачетки (в %) (00 заменять на 10);
 β = 0,0 последние 2 цифры № зачетки (в %, в 10 раз меньше α) (00 заменять на 10).

Задача № 3. Требуется построить дробный план 2^{f-k} f-факторного двухуровневого эксперимента.

Индивидуальные данные варианта выбирать по таблице:

последняя цифра № зачетки	f	k	последняя цифра № зачетки	f	k
0	10	6	5	5	1
1	11	7	6	6	2
2	5	2	7	7	3
3	6	3	8	8	4
4	7	4	9	9	5

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству индивидуальное задание

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание представлено на высоком уровне (студент полностью представил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста полностью соответствует требованиям оформления технического текста
4	Задание представлено на среднем уровне (студент в целом изложил рассматриваемую проблематику, привел мало аргументов в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). Изложение и оформление текста в основном соответствует требованиям оформления технического текста
3	Задание представлено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста частично соответствует требованиям оформления технического текста
2	Задание представлено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.). Изложение и оформление текста полностью не соответствует требованиям оформлению технического текста

Вопросы к контрольной работе:

(базовый уровень)

№	Правильный ответ	Содержание вопроса
1	Параметр оптимизации	Реакцией, т.е. откликом на воздействие факторов, которые определяют поведение выбранной системы, является ...
2	Ранг	Количественная оценка параметра оптимизации – это ...
3	Эксперимент в промышленности	Многофакторные планы (16—32 фактора), в которых нельзя оценить эффекты взаимодействия и основное внимание уделяется исследованию влияния главного фактора, как правило, одного или реже двух – это ...
4	Планирование эксперимента	Процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью – это ...
5	Методика эксперимента	Совокупность мыслительных и физических операций, выстроенных в определенной последовательности – это ...

6	Теорией планирования эксперимента	Составления экономных экспериментальных планов, которые позволяют извлекать наибольшее количество информации об объекте, а также о способах проведения эксперимента, обработки экспериментальных данных и использовании полученных результатов для оптимизации параметров исследуемых объектов – это ...
7	Теоретические модели	Обширные и длительные исследования процессов и явлений, которые описываются математически сложно, но позволяют достаточно точно представить процессы, связанные с функционированием объекта исследования, даже там, где невозможно точно измерить влияние фактора на исследуемую переменную – это ...
8	Статистические модели	Строятся на основе собранных и статистически обработанных данных и описываются полиномами той или иной степени – это ...
9	Фактором	Измеряемая переменная величина, принимающая в некоторый момент времени определенное значение называется ...
10	Областью определения фактора	Совокупность всех значений, которые в принципе может принимать данный фактор – это ...
11	Качественные факторы	Разные вещества, технологические способы, аппараты и т.п. Хотя качественному фактору не соответствует числовая оценка, его можно закодировать, присвоив фактору числа натурального ряда – это ...
12	Систематическая ошибка	Ошибка, которая или остается постоянно, или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины – это ...
13	Случайные ошибки	Причины их возникновения неизвестны, и эти ошибки невозможно учесть заранее, такие ошибки называются
14	Генеральной совокупностью	Совокупность всех мыслимых наблюдений, которые могли бы быть сделаны при данном реальном комплексе условий измерений называется ...
15	Выборочным методом	Метод, в котором на основании характеристик и свойств выборки $x_1, x_2, \dots, x_n$ делается заключение о числовых характеристиках и законе распределения случайных величин X , называется ...
16	Объемом генеральной совокупности	Число членов, входящих в генеральную совокупность, называют ...
17	$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$	Как выглядит формула по распределению заданной функцией плотности вероятности...
18	Нормальной кривой или кривой Гаусса	График функции плотности вероятности называют ...
19	$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$	Как выглядит функция Лаплас...
20	$a = \frac{y_m - y_{(m-2)}}{y_m - y_1}$	По какой формуле рассчитывая a_{m1} ...
21	Критерия Фишера F_t	Если число повторностей в опытах различно ($f \neq \text{const}$), однородность оценок дисперсии можно проанализировать с помощью ...
22	Выборочными функциями или статистиками	Для нахождения приближенных значений a , а неизвестных параметров a и о нормального закона, будем рассматривать функции вида: $a = a\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $a = a(x_1, x_2, \dots, x_n)$, которые называются ...
23	Интервальной	Оценка, которая определяется двумя числами 0_j и 0_2 —

	оценкой	концами интервала, накрывающего оцениваемый параметр θ , называется ...
24	Одним числом $\theta = \theta(x_1, x_2, \dots, x_n)$	Точечная оценка параметра θ (где под θ будем понимать либо a , либо θ) определяется ...
25	Доверительной вероятностью оценки	Вероятность $(1 - \alpha)$ выполнения неравенства $ \hat{\theta} - \theta < ?$ называют ...
26	Метод «по размаху»	Для определения грубых ошибок существуют и другие методы, среди которых наиболее быстрым является ...
27	Являющиеся оценкой одного и того же параметра (в данном случае — дисперсии σ^2)	Определение «однородные» в статистике означает ...
28	Интервалом варьирования фактора	Некоторое число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание — нижний уровни фактора называются ...
29	Функциональной	Влияние какого-либо фактора на выход процесса может быть выражено зависимостью $y = f(x)$. Если конкретному значению x , соответствует единственное значение y , то такая зависимость называется ...
30	Априорной	Информацию, содержащуюся в результатах предыдущих исследований, принято называть ...

Тестирование (базовый уровень)

1	а,б,в	Какие принципы, положенные в основу теории планирования эксперимента, направлены на повышение эффективности экспериментирования: а) стремление к минимизации общего числа опытов; б) одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам — алгоритмам; в) выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений; г) выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованное решение после каждой серии экспериментов.
2	а,б,г,е	Какие задачи, используются для решения планирование эксперимента: а) поиск оптимальных условий; б) построение интерполяционных формул; в) стремление к минимизации общего числа опытов; г) оценка и уточнение констант теоретических моделей; д) использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора; е) исследование диаграмм свойство — фактор.
3	а,б,в,г	Какие признаки эксперимента существуют: а) способу формирования условий: естественные; искусственные; б) целям исследования: преобразующие; констатирующие; контролирующие; поисковые; решающие; в) организации проведения: лабораторные; натурные; полевые; производственные и т.д.; г) структуре изучаемых объектов и явлений: простые; сложные; д) создать условия для осуществления эксперимента.

4	а,в,г	При разработке методик проведения эксперимента необходимо предусматривать: а) проведение предварительного наблюдения за изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных и выбора варьирующих факторов; б) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов; в) подбор объектов воздействия и устранение влияния случайных факторов; г) определение пределов измерений; д) обоснование объема эксперимента, числа опытов.
5	а,б,в	Перед разработкой методики составляется план эксперимента, который включает: а) цель и задачи эксперимента; б) выбор варьирующих факторов; в) поиск оптимальных условий; г) порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов.
6	а,в,г	Результаты экспериментов должны отвечать трем статистическим требованиям: а) эффективности оценок, т.е. минимальности дисперсии отклонения относительно неизвестного параметра; б) обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента; в) состоятельности оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению; г) несмещенности оценок — отсутствие систематических ошибок в процессе вычисления параметров.
7	а,в	Объекты исследования должны отвечать следующим требованиям: а) воспроизводимость результатов на объекте эксперимента б) оптимизация в) управляемость факторами
8	а,б,в,д	Параметр оптимизации должен отвечать следующим требованиям: а) должен измеряться при любом изменении (комбинации) факторов; б) быть статистически эффективным; в) быть информационным и универсальным; г) иметь физический смысл; д) воспроизводимость результатов на объекте эксперимента.
9	а,б,в,г	Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента: а) факторы должны быть управляемыми; б) точность замера факторов должна быть максимально высокой; в) факторы должны быть непосредственными воздействиями на объект; г) факторы должны быть однозначны.
10	а,б	В основе теории случайных ошибок лежат два предположения: а) при большом числе измерений случайные погрешности одинаково велики, но с разными знаками встречаются

		одинаково часто; б) большие (по абсолютной величине) погрешности встречаются реже, чем малые, т.е. вероятность появления погрешности уменьшается с ростом ее величины; г) теоретическое среднее совпадает с истинным значением измеряемого параметра.
11	б,в,г	оценки должны обладать следующими свойствами: а) состоятельности оценок, т.е. при увеличении числа наблюдений оценка параметра должна стремиться к его истинному значению; б) состоятельности, когда оценки при неограниченном увеличении числа измерений могут иметь сколь угодно малый доверительный интервал при доверительной вероятности p; в) эффективности, проявляющейся в том, что из всех несмешанных оценок данная оценка будет иметь наименьшее рассеяние (дисперсию); г) несмещенности, проявляющейся в том, что теоретическое среднее совпадает с истинным значением измеряемого параметра.
12	а,г	Достройка плана осуществляется несколькими способами: а) методом «перевала» — у исходной реплики изменяют знаки на противоположные. В этом случае основные эффекты оказываются не смешанными с парными эффектами; б) движение по градиенту; в) переход к планам второго порядка; г) переходом к плану второго порядка (если область оптимума близка).
13	а,в,г	Ситуации различаются по признаку: а) оказалось ли крутое восхождение эффективным или нет; б) методом «перевала» — у исходной реплики изменяют знаки на противоположные. В этом случае основные эффекты оказываются не смешанными с парными эффектами; в) положение оптимума (близко, далеко, неопределенно) также имеет значение в принятии решений; г) в некоторых случаях нужно учитывать адекватность (или неадекватность) линейной модели.
14	а,б	Если при реализации матрицы планирования удалось получить достаточно высокие значения параметра оптимизации и при крутом восхождении улучшить их не удалось, то наиболее типичными являются решения: а) окончание исследования (выбирается лучший опыт); б) построение плана второго порядка для описания области оптимума. в) построение плана третьего порядка для описания области оптимума.
15	б,в	Применение симплекс-метода дает следующие преимущества: а) имеется возможность «проскочить» оптимум в том случае, если размеры симплекса слишком велики; б) если существуют какие-то ограничения на величину факторов, то движение может осуществляться вдоль

		границ; в) не требуется никаких статистических вычислений; г) ряде случаев движение к оптимуму происходит «петлями» или «зигзагами», что существенно затягивает эксперимент.
16	а,б,в	Недостатки симплекс-метода: а) не позволяет обнаружить несколько оптимумов; б) имеется возможность «проскочить» оптимум в том случае, если размеры симплекса слишком велики; в) ряде случаев движение к оптимуму происходит «петлями» или «зигзагами», что существенно затягивает эксперимент. г) требуется статистических вычислений.
17	а,б,г	По соотношению между количеством оцениваемых неизвестных параметров модели и количеством точек плана эксперимента все планы подразделяются на три класса: а) ненасыщенные — количество параметров меньше числа точек плана; б) насыщенные — обе величины одинаковы; в) сверхненасыщенный – одна из величин не имеет точку; г) сверхнасыщенные — количество параметров больше числа точек плана.
18	а,б	Основные недостатки методов с использованием критериев Та- гутти заключаются в следующем: а) Зависимость Г-критерия от исследуемых факторов представляется только графически в виде одномерной зависимости, по которой определяют режимы, обеспечивающие минимальные значения Г-критериев. б) Для построения модели и для У, и для Т необходимо, чтобы соответствующие ошибки при определении значений у и Т подчинялись нормальному закону распределения. в)использование Г-критериев дает однозначные и ошибочные результаты при анализе, что можно проиллюстрировать следующим примером.
19	б	Блок плана – это : а)алгебраическое выражение, используемое при построении дробного факторного плана; б)часть плана, включающая опыты, условия проведения которых однородны с точки зрения значений одного или нескольких мешающих факторов.
20	г	Матрица дублирования это : а)матрица, задающая численные значения базисных функций линейной по параметрам модели в опытах реализуемого плана; б)стандартная форма записи условий проведения экспериментов в виде прямоугольной таблицы, строки которой отвечают опытам, столбцы — факторам; в)матрица, составленная из всех строк матрицы плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора; г)квадратная матрица, диагональные элементы которой равны числам параллельных опытов в соответствующих точках спектра плана. Матрица моментов плана — квадратичная симметричная матрица, элементы которой есть скалярные произведения соответствующих векторов-

		столбцов матрицы базисных функций.
21	a	Что такое измерение? а) процесс получения опытным путем числового соотношения между измеряемой величиной и значением, принятым за единицу в) сравнение измеряемой величины с исходной величиной с) сравнение эталона и средства измерения
22	a	Чувствительный элемент биметаллического термометра выполнен в виде а) двух пластин из разнородных металлов, скрепленных механически друг с другом б) пластины из сплава двух металлов в) двух пластин однородного металла, скрепленных механически друг с другом
23	a	К какому виду средств измерения относится термометр сопротивления а) измерительный преобразователь б) образцовый прибор в) мера
24	a	В каких единицах измеряется давление в системе СИ а) Паскаль б) торр (мм рт. ст.) в) бар г) атмосфера
25	a	Чему равна разность абсолютного и избыточного давлений а) барометрическому давлению б) измеряемой величине давления в) вакуумметрическому давлению
26	a	Какой вид упругого чувствительного элемента наиболее часто используется в манометрах для технических измерений а) трубчатая пружина (трубка Бурдона) б) мембрана в) сильфон
27	a	Как называются приборы для измерения частоты вращения а) тахометры б) психрометры в) анемометры
28	a	Сущность активного эксперимента заключается в а) наблюдатель активно влияет на проведение эксперимента б) наблюдатель активно снимает показания приборов в) наблюдатель активно обрабатывает результаты эксперимента
29	a	Метод координатного поиска оптимального решения применяется при проведении а) численного эксперимента б) полнофакторного эксперимента в) натурного эксперимента
30	a	В чем состоит конкретная задача экспериментатора по поиску математической модели? а) в отыскании математической связи между измеряемыми переменными

		б) в совершенствовании методов численного интегрирования дифференциальных уравнений в) в сборе априорной информации об исследуемом объекте г) нет ответа
31	а	Какое средство измерения вырабатывает сигнал измерительной информации в форме удобной для передачи, обработки или хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем? а) измерительный преобразователь б) сигнальный прибор в) мера
32	а	Как называется отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины? а) погрешность измерения б) неточность измерения в) искажение измерения
33	а	Абсолютная погрешность имеет размерность а) в единицах измеряемой физической величины б) в долях г) в процентах
34	а	Что является наиболее близким к истинному значению измеряемой величины при многократных измерениях одной и той же величины а) среднее арифметическое б) среднее геометрическое в) среднее квадратичное
35	а	Какой доверительный интервал следует выбрать для обеспечения нахождения в нем случайных величин с вероятностью не выше 0,683? а) ± 1 сигма б) ± 2 сигма в) ± 3 сигма
36	а	Точность результата прямого технического измерения определяется а) произведением б) суммой в) разностью
37	а	Что такое температура в терминологии технического измерения ? а) мера нагретости тела б) мера кинетической энергии отдельной молекулы в) характеристика технологического процесса
38	а	Какая температурная шкала используется в системе СИ? а) Кельвина б) Цельсия в) Фаренгейта г) Реомюра

Задачи (высокий уровень)

Задача № 1. Требуется разработать контрольную карту средних значений контролируемого параметра $\bar{X}$, определяемых по данным $N = 5$ замеров, для текущего

контроля качества технологического процесса. Нижнюю и верхнюю контрольные границы определить по значениям соответствующих уровней значимости (вероятностей ошибок I рода в нижнюю и верхнюю стороны): $\alpha^- = 0,11$ и $\alpha^+ = 0,105$. Номинальное значение контролируемого параметра составляет: $a = 0,0450$, а среднее квадратическое отклонение: $\sigma = 0,02$.

В основе разработки контрольных карт для $\bar{X}$ лежат доверительные интервалы с опорной точкой в a и определяемые заданной доверительной вероятностью γ :

$$P\{a - \delta^- < \bar{X} < a + \delta^+\} = \gamma.$$

Преобразуем это выражение, вычтя из всех трех частей неравенства величину a и поделив полученное на $\sigma / \sqrt{N}$:

$$P\left\{-\frac{\delta^-}{\sigma} \sqrt{N} < \frac{\bar{X} - a}{\sigma} \sqrt{N} < \frac{\delta^+}{\sigma} \sqrt{N}\right\} = \gamma.$$

В нашем несимметричном случае, когда заданы вероятности ошибок в каждую сторону, следует строить доверительный интервал из двух неравных частей:

$$P\left\{-\frac{\delta^-}{\sigma} \sqrt{N} < \frac{\bar{X} - a}{\sigma} \sqrt{N} < 0\right\} = \gamma^- \text{ и } P\left\{0 < \frac{\bar{X} - a}{\sigma} \sqrt{N} < \frac{\delta^+}{\sigma} \sqrt{N}\right\} = \gamma^+,$$

где $\gamma^- + \gamma^+ = \gamma$. Вероятность ошибки I рода в нижнюю сторону представляет собой вероятность непадения в левый доверительный полуинтервал $\alpha^- = 0,5 - \gamma^-$, откуда $\gamma^- = 0,5 - \alpha^- = 0,39$. Аналогично: $\gamma^+ = 0,5 - \alpha^+ = 0,395$.

Как известно, выборочная функция $\frac{\bar{X} - a}{\sigma} \sqrt{N}$ распределена по нормированному нормальному закону, что позволяет для вычисления вышеуказанных вероятностей попадания в интервал использовать функцию Лапласа, таблица которой приведена в разделе 8. С помощью этой таблицы по известным значениям функции (вероятностям $\gamma^- = 0,39$ и $\gamma^+ = 0,395$) найдем значения аргумента (крайних значений интервала):

$$-\frac{\delta^-}{\sigma} \sqrt{N} = -1,23 \text{ и } \frac{\delta^+}{\sigma} \sqrt{N} = 1,25.$$

Отсюда, вычисляя δ^- и δ^+ , определяем контрольные границы:

$$a - \delta^- = a - 1,23 \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = 0,0450 - 0,0110 = 0,0340,$$

$$a + \delta^+ = a + 1,25 \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = 0,0450 + 0,0112 = 0,0562.$$

Таким образом, средняя величина 5 замеров контролируемого параметра должна удовлетворять условию:

$$0,0340 < \bar{X} < 0,0562.$$

Задача № 2. Требуется определить необходимый объем летных испытаний для решения вопроса о возможности эксплуатации самолета на аэродроме с располагаемой посадочной дистанцией $L_{a/д}$. Допускается погрешность до $\delta = 50$ м и вероятности: ошибочного отвергания возможности эксплуатации до $\alpha = 0,1$ % и ошибочного принятия – до $\beta = 0,01$ %. В качестве значения среднего квадратического отклонения величины единичной посадочной дистанции принять $\sigma = 50$ м.

I способ – с помощью одностороннего доверительного интервала. Так как отклонения значений посадочной дистанции в меньшую сторону для целей нашей практической задачи несут незначительные, то достаточно построить односторонний доверительный интервал: от $-\infty$ до $L_{a/d}$. Не входящая в него часть числовой оси правее $L_{a/d}$ представляет собой область риска принять неверное решение. Т.е. вероятность попадания истинного значения посадочной дистанции в эту область не должна превышать $\alpha = 0,1 \%$. В предположении, что центр распределения находится левее $L_{a/d}$ на 50 м: $a_0 = L_{\text{пос}} = L_{a/d} - \delta$, среднее арифметическое значение $\bar{L}$ посадочных дистанций при N посадках должно удовлетворять условию:

$$P\{\bar{L} > a_0 + \delta = L_{\square/\text{л}}\} = 0,001.$$

После простых преобразований дополнительная к этой вероятность:

$$P\left\{\frac{\bar{L} - a_0}{\sigma} \sqrt{N} < \frac{\delta}{\sigma} \sqrt{N}\right\} = 0,999 =$$

$$= P\left\{\frac{\bar{L} - a_0}{\sigma} \sqrt{N} < 0\right\} + P\left\{0 < \frac{\bar{L} - a_0}{\sigma} \sqrt{N} < \frac{\delta}{\sigma} \sqrt{N}\right\} = 0,5 + u_{0,5-\alpha} = 0,5 + 0,499$$

с помощью таблицы функции Лапласа (раздел 8) по значению функции 0,499 дает значение аргумента:

$$\frac{\delta}{\sigma} \sqrt{N} > 3,09, \quad \text{т.е.} \quad N > \frac{3,09^2 50^2}{50^2} = 9,55.$$

Таким образом, при этом способе оценки объема эксперимента необходимо произвести 10 посадок.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100 % вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89 % вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74 % вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50 %)

Вопросы по оценочному средству промежуточная аттестация (зачет):

1. Основные направления в теории планирования экспериментов.
2. В чем состоит задача экспериментатора по поиску математической модели?
3. Какой априорной информацией может обладать экспериментатор, приступая к поиску математической модели?
4. Какой эксперимент называется регрессионным?
5. Какими свойствами должны обладать оценки параметров разрабатываемых моделей?
6. Что понимается под экспериментом?
7. Приведите формулу одномерной регрессионной модели эксперимента.
8. Что представляет собой кодирование переменных модели?
9. Приведите общий вид матрицы плана эксперимента.
10. Приведите определение полного факторного эксперимента.
11. Приведите матрицу планирования эксперимента с двумя факторами.
12. Приведите матрицу полного факторного эксперимента 22.
13. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования эксперимента с двумя факторами.
14. Приведите матрицу планирования эксперимента с тремя факторами.
15. Приведите матрицу полного факторного эксперимента 23.

16. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования эксперимента с тремя факторами.
17. Приведите матрицу планирования эксперимента с k факторами.
18. Приведите матрицу полного факторного эксперимента 2^k .
19. Приведите формулы для оценки неизвестных параметров модели планирования эксперимента с k факторами.
20. Какая система уравнений является математической моделью объекта в теории планирования эксперимента?
21. Что представляет собой планирование эксперимента?
22. Приведите формулу линейной модели наблюдений, содержащую неизвестные параметры.
23. Что представляет собой понятие генератора плана?
24. Каким образом может быть получена матрица дробного факторного эксперимента 23-1?
25. Приведите вид функции отклика дробного факторного эксперимента 23-1.
26. Приведите формулу для получения МНК - оценок неизвестных параметров функции дробного факторного эксперимента 23-1.
27. Каким образом может быть получена матрица дробного факторного эксперимента 24-1?
28. Приведите вид функции отклика дробного факторного эксперимента 24-1.
29. Приведите формулу для получения МНК - оценок неизвестных параметров функции дробного факторного эксперимента 27-1.
30. Какие генерирующие соотношения могут быть использованы для построения дробной реплики 25-2.
31. Приведите вид матрицы дробного факторного плана эксперимента 25-2 при применении генерирующего соотношения $x_4 = x_1 x_2$.
32. Приведите вид функции отклика дробного факторного эксперимента 25-2 и формулу для оценки неизвестных коэффициентов функции отклика.
33. Приведите пример использования реплик для случая, когда число неизвестных параметров функции отклика больше числа опытов.
34. Что такое «определяющий контраст»? Какой смысл заключен в этом понятии?
35. Какой критерий применяется для проверки гипотезы адекватности линейной модели наблюдений? Приведите формулу критерия.
36. В чем состоит стратегии поиска экстремума функции отклика?
37. Что представляет собой градиент многомерной функции?
38. В чем состоит суть «шагового» метода изучения поверхности отклика?
39. Какие процедуры составляют метод Бокса и Уильсона?
40. Определите понятие «унимодальность функции».
41. Приведите разложение функции в ряд Тейлора.
42. Приведите графическую иллюстрацию метода Бокса и Уильсона.
43. Как учитывается возможный временной дрейф при крутом восхождении?
44. Приведите пример крутого восхождения при поиске экстремума отклика.
45. Как определяется градиент функции отклика?
46. 45. От чего зависит величина составляющих градиента?
47. Для решения каких задач ставят эксперимент?
48. Что называется параметром оптимизации?
49. Какие требования предъявляют к объекту исследования?
50. Что такое фактор эксперимента?
51. Что понимают под математической моделью процесса?
52. Какая модель является адекватной?
53. Объясните понятие аппроксимации?
54. Сущность полного факторного эксперимента?
55. Чем отличается дробный факторный эксперимент?
56. Назовите свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов?
57. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов?
58. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов?

59. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов?
60. Объясните суть крутого восхождения по поверхности отклика?
61. Виды регрессионного анализа?
62. Что такое дисперсия случайной величины?
63. Понятие о корреляции?
64. Приведите порядок разностного сглаживания?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточная аттестация (зачет)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы

обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;

- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)