

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Северодонецкий технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Кафедра управления инновациями в промышленности

УТВЕРЖДАЮ
Врио директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Р.Ю. Ткачев
«16» 02 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование эксперимента»

По направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Магистерская программа: «Автоматизированное управление технологическими процессами и производствами»

Северодонецк – 2026

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Планирование эксперимента» по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств». – 28 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Планирование эксперимента» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки, специальности 15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25.11.2020 № 1452 (с изменениями и дополнениями).

СОСТАВИТЕЛЬ:

Профессор, д.т.н. Стенцель И.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры управления инновациями в промышленности «02» 02 2026 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой _____  Е.А. Бойко

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____ .

Рекомендована на заседании Ученого совета Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «16» 02 2026 г., протокол № 5.

Председатель Ученого совета
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» _____  Р.Ю. Ткачев

© Стенцель И.И., 2026 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2026 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины «Планирование эксперимента» является: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области планирования экспериментов в автоматизированных системах.

Основными **задачами** изучения дисциплины «Планирование эксперимента» является: изучение методов и этапов научных исследований, а также способов предоставления их результатов и оформления.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Для успешного освоения дисциплины «Планирование эксперимента» студент должен обладать знаниями по дисциплинам курса магистратуры.

Дисциплина «Планирование эксперимента» входит в Блок 1 часть, формируемая участниками образовательных отношений «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению подготовки 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	ОПК-10	ОПК-10.1 Знает: - понятия, концепции, принципы и методы проведения стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования ОПК-10.2 Умеет: - составлять программу исследования - выбирать методы проведения эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования ОПК-10.3 Владеет: - методами анализа эффективности работы технологических показателей автоматизированного производственного оборудования - навыками проведения и обработки результатов эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования
Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для	ПК-4	ПК-4.1. Знает основные понятия, категории и методы научных исследований; этапы проведения научно-технического исследования ПК-4.2. Умеет работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией;

выполнения научно-исследовательской работы		оформлять ссылки/сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления ПК-4.3. Владеет навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных отечественных и зарубежных исследований по изучаемым вопросам
---	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем учебной работы	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед.)	108 (3 зач. ед.)
Обязательная контактная работа (всего)	42	8
в том числе:		
Лекции	14	2
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	6
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	66	100
Форма аттестации	4 семестр экзамен	4 семестр экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Парный линейный регрессионный анализ

Тема 2. Множественный регрессионный анализ

Тема 3. Криволинейная регрессия

Тема 4. Временные ряды и прогнозирование

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
4 семестр				
1	Парный линейный регрессионный анализ	4	-	0,5
2	Множественный регрессионный анализ	4	-	0,5
3	Криволинейная регрессия	4	-	0,5
4	Временные ряды и прогнозирование	2	-	0,5
Всего		14	-	2

4.4. Лабораторные работы по дисциплине «Планирование эксперимента» не предполагаются учебным планом.

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
4 семестр				
1				
2				
3				
Всего				

4.5. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Парная линейная регрессия	10	-	2
2	Множественная линейная регрессия	10	-	2
3	Криволинейная регрессия	8	-	2
Итого:		28	-	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1.	Парный линейный регрессионный анализ	Парная линейная регрессия	15	-	20
2.	Множественный регрессионный анализ	Множественная линейная регрессия	15	-	20
3.	Криволинейная регрессия	Криволинейная регрессия	15	-	20
4.	Временные ряды и прогнозирование	Криволинейная регрессия	15	-	20
		экзамен	6	-	20
Итого			66	-	100

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Планирование эксперимента» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала каждого студента.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Володарский, Е.Т. Планирование и организация измерительного эксперимента: учеб. пособие / Е.Т. Володарский, Б.Н. Малиновский, Ю.М. Туз. - К.: Вища школа, 1987. – 280 с.
2. Планирование эксперимента в технике / В.И. Барабашук, Б.П. Креденцер, В.И. Мирошниченко; под. ред. Б.П. Креденцера.-К.:Техніка, 1984.-200с.
3. Монтгомери, Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных. Пер. с англ.— Л. Судостроение, 1980. — 384 с.
4. Назаров, Н.Г. Измерения: планирование и обработка результатов. —М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000

5. Романов, В.Н. Планирование эксперимента: Учебное пособие. -Л.: СЗПИ, 1992.
6. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента. -М.: Металлургия, 1967.
7. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий/ Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский –М.: Наука, 1971.
8. Асатурян, В.И. Теория планирования эксперимента. -М.: Радио и связь, 1983.
9. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке/ Н. Джонсон, Ф. Лион. — М.: Мир, 1981.
10. Математическая теория планирования эксперимента / Под ред. С.М.Ермакова.-М.: Наука, 1983.

б) дополнительная литература:

1. Налимов, В.В. Теория эксперимента. –М.: Мир, 1967.
2. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. –М.: Мир, 1977.
3. Хикс, Ч. Основные принципы планирования эксперимента. -М.: Мир, 1967.
4. Практикум по вероятностным методам в измерительной технике: Учеб. пособие для вузов / В.В.Алексеев, Р.В.Долидзе, Д.Д.Недосекин, Е.А.Чернявский. -СПб.: Энергоатомиздат, 1993.

в) методические рекомендации:

г) интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования РФ – <https://minobrnauki.gov.ru/>
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.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>
Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации:

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

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Планирование эксперимента» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

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	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	FarManager	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. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Планирование 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	ОПК-10. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	Пороговый	Знать: - понятия, концепции, принципы и методы проведения стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования
Основной		Базовый	Уметь: - составлять программу исследования - выбирать методы проведения эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования
Заключительный		Высокий	Владеть: - методами анализа эффективности работы технологических показателей автоматизированного производственного оборудования - навыками проведения и обработки результатов эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования.
Заключительный	ПК-4 Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской	Пороговый	Знать: основные понятия, категории и методы научных исследований; этапы проведения научно-технического исследования

Начальный	работы	Базовый	Уметь: работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией; оформлять ссылки/сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления
Основной		Высокий	Владеть: навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных отечественных и зарубежных исследований по изучаемым вопросам

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-10	Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	ОПК-10.1 Знает: - понятия, концепции, принципы и методы проведения стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования ОПК-10.2 Умеет: - составлять программу исследования - выбирать методы проведения эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования ОПК-10.3 Владеет: - методами анализа эффективности работы технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	Парный линейный регрессионный анализ	4
				Множественный регрессионный анализ	4
				Криволинейная регрессия	4

			- навыками проведения и обработки результатов эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	Временные ряды и прогнозирование	4
2	ПК-4	Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской работы	ПК-4.1. Знает основные понятия, категории и методы научных исследований; этапы проведения научно-технического исследования	Парный линейный регрессионный анализ	4
			ПК-4.2. Умеет работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией; оформлять	Множественный регрессионный анализ	4

			ссылки/сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления	Криволинейная регрессия	4
			ПК-4.3. Владеет навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных отечественных и зарубежных исследований по изучаемым вопросам	Временные ряды и прогнозирование	4

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-10. Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	ОПК-10.1 Знает: - понятия, концепции, принципы и методы проведения стандартных испытаний по определению технологических показателей автоматизированного производственного оборудования ОПК-10.2 Умеет: - составлять программу исследования - выбирать методы проведения эксперимента для определения технологических показателей автоматизированного производственного оборудования ОПК-10.3 Владеет: - методами анализа эффективности работы технологических показателей автоматизированного производственного оборудования - навыками проведения и обработки результатов эксперимента для определения	Знать: - структурные компоненты акта общения; - сущность, структуру и динамику конфликта; - основы социального, психологического и социально-экономического управления конфликтами; - специфику прогнозирования, предупреждения и разрешения конфликтов; - приемы делового общения; - психологические и этические правила межличностного общения; - методы социального воздействия на партнера. Уметь: - структурировать деловую информацию и отделять ее от личной; - применять технологии регулирования	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4	тестовые задания, разноуровневые контрольные работы и задания

		технологических показателей автоматизированного производственного оборудования	конфликтов; устанавливать, регулировать и поддерживать психологический контакт; применять методы личностного и массового регулирования в общении; наблюдать за социальным партнером, соблюдать психологическую линию в беседах и деловых взаимоотношениях Владеть: навыками установливания контакта и выхода из него; навыками разрешения конфликтов; использования конфликта в качестве конструктивного инструмента для достижения поставленных целей; навыками активного слушания, навыками эффективной коммуникации; навыками управления социальными конфликтами; навыками управления вниманием		
--	--	--	---	--	--

			собеседника.		
2	ПК-4. Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской работы	ПК-4.1. Знает основные понятия, категории и методы научных исследований; этапы проведения научно-технического исследования ПК-4.2. Умеет работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией; оформлять ссылки/сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления ПК-4.3. Владеет навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных отечественных и зарубежных исследований по изучаемым вопросам	Знать: теоретические модели, позволяющие исследовать качество транспортно-логистической деятельности, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления Уметь: организовывать контроль работ по наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, регламенту, техническому, эксплуатационному обслуживанию оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления и программного обеспечения предприятий дорожно-транспортной инфраструктуры Владеть: современными методами и средствами определения эксплуатационных характеристик оборудования, технических средств и систем управления	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4	тестовые задания, разноуровневые контрольные работы и задания

			предприятием дорожно- транспортной инфраструктуры		
--	--	--	--	--	--

3. Вопросы к контрольным работам

(пороговый уровень)

1. Что такое планирование эксперимента? В чём его отличие от традиционного подхода к проведению опытов?
2. Перечислите основные цели и задачи планирования эксперимента в контексте автоматизации технологических процессов.
3. Дайте определение понятия «эксперимент». Какие виды экспериментов вы знаете? Кратко охарактеризуйте каждый.
4. В чём состоят ключевые различия между пассивным и активным экспериментом? Приведите примеры их применения в автоматизации производств.
5. Что такое параметр оптимизации? Перечислите требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
6. Что понимается под обобщённым параметром оптимизации? Как он формируется?
7. Для чего используется шкала желательности? Изобразите типовую кривую желательности и поясните её участки.
8. Что такое фактор в планировании эксперимента? Какие требования предъявляются к факторам?
9. Дайте определения понятий «уровень фактора» и «интервал варьирования фактора». Как выбор интервала варьирования влияет на результаты эксперимента?
10. Что такое фактурное пространство? Как оно задаётся и визуализируется?
11. Что представляет собой функция отклика? Как она связана с поверхностью отклика?
12. Какие типы математических моделей используются при планировании эксперимента? Кратко охарактеризуйте линейные и нелинейные модели.
13. Опишите этапы проведения экспериментальных исследований согласно методологии планирования эксперимента.
14. Что такое полный факторный эксперимент (ПФЭ)? Как рассчитывается общее число опытов в ПФЭ?
15. Запишите план ПФЭ для 2 факторов на 2 уровнях (2).
16. Как геометрически отображается такой план в факторном пространстве?
17. Что такое дробный факторный эксперимент (ДФЭ)? В каких случаях его целесообразно применять?
18. Как определяется разрешающая способность ДФЭ? Приведите пример плана ДФЭ с разрешающей способностью III.
19. Что означает понятие «ортогональность плана эксперимента»? Почему ортогональные планы удобны для обработки результатов?
20. Что такое рототабельное планирование? В чём его преимущества перед другими типами планов?
21. Опишите методику построения рототабельного плана для 3 факторов.

22. Как проводится кодирование факторов? Зачем оно необходимо? Приведите формулы перехода от натуральных значений факторов к кодированным и обратно.
23. Что такое эффект взаимодействия факторов? Как он учитывается в математической модели? Приведите пример модели с эффектами взаимодействия.
24. Какие методы используются для оценки значимости коэффициентов регрессионной модели? Кратко опишите критерий Стьюдента и критерий Фишера.
25. Как проверяется адекватность регрессионной модели экспериментальным данным? Запишите формулу расчёта критерия Фишера для проверки адекватности.
26. Что такое дисперсионный анализ? Для каких задач он применяется в планировании эксперимента?
27. Опишите основные шаги регрессионного анализа при обработке результатов эксперимента. Как строится уравнение множественной регрессии?
28. Что такое метод наименьших квадратов? Как он используется при идентификации параметров модели?
29. Какие способы повышения точности эксперимента вы знаете? Как влияет число параллельных опытов на точность результатов?
30. Что такое оптимизация технологического процесса с использованием планирования эксперимента? Опишите последовательность действий при поиске оптимума методом крутого восхождения.

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%)

2. Вопросы для обсуждения (в виде индивидуальных заданий)

(базовый уровень)

- Что является основной целью планирования эксперимента?
 - Сокращение числа факторов;
 - Минимизация числа опытов при сохранении достоверности результатов;
 - Увеличение числа параллельных опытов;
 - Исключение математической обработки данных.
- Какой эксперимент предполагает активное воздействие на изучаемый процесс?
 - Пассивный;
 - Активный;
 - Наблюдательный;
 - Контрольный.
- Что такое параметр оптимизации в планировании эксперимента?
 - Любой измеряемый показатель процесса;

- б) Величина, которую стремятся максимизировать или минимизировать;
 - в) Уровень фактора;
 - г) Интервал варьирования.
4. Какое требование НЕ предъявляется к факторам в планировании эксперимента?
- а) Управляемость;
 - б) Совместность;
 - в) Независимость;
 - г) Постоянство.
5. Что означает термин «уровень фактора»?
- а) Количество факторов в эксперименте;
 - б) Конкретное значение фактора в опыте;
 - в) Диапазон изменения параметра оптимизации;
 - г) Число параллельных опытов.
6. В чём преимущество ортогональных планов?
- а) Уменьшение числа факторов;
 - б) Упрощение расчёта коэффициентов регрессии;
 - в) Исключение ошибок эксперимента;
 - г) Автоматическое достижение оптимума.
7. Что показывает эффект взаимодействия факторов?
- а) Влияние одного фактора на другой;
 - б) Совместное влияние двух и более факторов на отклик;
 - в) Изменение уровня фактора;
 - г) Дисперсию отклика.
8. Для чего применяется кодирование факторов?
- а) Для усложнения модели;
 - б) Для приведения факторов к безразмерному виду и упрощения расчётов;
 - в) Для увеличения числа уровней;
 - г) Для замены натуральных значений случайными числами.
9. Какой критерий используется для проверки значимости коэффициентов регрессии?
- а) Критерий Фишера;
 - б) Критерий Стьюдента;
 - в) Критерий Пирсона;
 - г) Критерий Колмогорова.
10. Как проверяется адекватность регрессионной модели?
- а) По числу факторов;
 - б) С помощью критерия Фишера;
 - в) По количеству опытов;
 - г) Через коэффициент корреляции.
11. Что такое дробный факторный эксперимент (ДФЭ)?
- а) Эксперимент с уменьшенным числом факторов;
 - б) Часть полного факторного эксперимента, отобранная по определённому правилу;
 - в) Эксперимент с одним уровнем фактора;
 - г) Серия параллельных опытов.
12. Какая разрешающая способность у ДФЭ, где основные эффекты смешаны с эффектами взаимодействия?
- а) I;
 - б) II;
 - в) III;
 - г) IV.
13. Что характеризует ротатабельность плана?

- а) Одинаковая точность предсказания во всех направлениях от центра плана;
 - б) Минимальное число опытов;
 - в) Линейность модели;
 - г) Отсутствие взаимодействий.
14. Какой метод используется для поиска оптимума после построения линейной модели?
- а) Метод случайного поиска;
 - б) Метод крутого восхождения;
 - в) Метод проб и ошибок;
 - г) Метод полного перебора.
15. Что такое поверхность отклика?
- а) График зависимости параметра оптимизации от одного фактора;
 - б) Геометрическое представление функции отклика в факторном пространстве;
 - в) Диаграмма разброса данных;
 - г) График дисперсии.
16. Для чего используется шкала желательности?
- а) Для перевода качественных оценок в количественные;
 - б) Для ранжирования факторов;
 - в) Для расчёта дисперсии;
 - г) Для кодирования уровней.
17. Какой тип модели чаще всего строится на первом этапе планирования эксперимента?
- а) Полином второй степени;
 - б) Линейная модель;
 - в) Экспоненциальная модель;
 - г) Логарифмическая модель.
18. Что влияет на точность оценки коэффициентов регрессии?
- а) Число параллельных опытов;
 - б) Число факторов;
 - в) Тип плана;
 - г) Всё вышеперечисленное.
19. Какой план используется для аппроксимации поверхности отклика квадратичной моделью?
- а) ПФЭ;
 - б) ДФЭ;
 - в) Композиционный план;
 - г) Рандомизированный план.
20. Что означает «интервал варьирования фактора»?
- а) Разница между максимальным и минимальным уровнями фактора;
 - б) Количество уровней фактора;
 - в) Значение параметра оптимизации;
 - г) Ошибка измерения фактора.
21. Какой анализ применяется для оценки влияния факторов на параметр оптимизации?
- а) Корреляционный анализ;
 - б) Дисперсионный анализ (ANOVA);
 - в) Регрессионный анализ;
 - г) Факторный анализ.
22. Что такое «центр плана» в планировании эксперимента?
- а) Среднее значение всех факторов;
 - б) Точка в факторном пространстве, соответствующая основным уровням факторов;
 - в) Оптимальное значение параметра оптимизации;
 - г) Первый опыт в матрице планирования.

23. Какой метод минимизирует сумму квадратов отклонений экспериментальных и расчётных значений?

- а) Метод максимального правдоподобия;
- б) Метод наименьших квадратов;
- в) Метод моментов;
- г) Метод Монте-Карло.

24. Какой план обеспечивает равномерное покрытие факторного пространства?

- а) Случайный план;
- б) Латинский квадрат;
- в) Полный факторный эксперимент;
- г) Дробный факторный эксперимент.

Тест для проверки знаний

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «разноуровневые задания и задачи»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно в соответствии с предъявляемыми требованиями
4	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
3	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач
2	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

3. Задание к практическим работам

- По экспериментальным данным построить точечную диаграмму экспериментальной зависимости $y=f(x)$.
- Определить коэффициенты a и b для линии парной регрессии и построить линию регрессии $\hat{y} = a + bx$ в одной системе координат с экспериментальной зависимостью.
- Рассчитать коэффициент корреляции.
- Провести проверку коэффициента корреляции на значимость для уровня значимости 0,05 (уровень доверительной вероятности $p=0,95$).

Вариант 1

x	23	35	47	59	71	83	95	107	119	131
y	46	78	115	79	200	120	215	168	272	280

Вариант 2

x	-450	-400	-390	-380	-300	-275	-250	-200	-150	-119
y	980	900	800	780	600	800	580	215	168	300

Вариант 3

x	-150	-133	-121	-116	-99	-82	-65	-48	-31	-14
y	10	42	34	28	32	55	38	40	78	50

Вариант 4

x	12	15	16,5	19	21,25	23,5	25,75	28	30,25	32,5
y	16,9	16,5	17	16,4	16,7	17	17,2	16,8	17	17,3

Вариант 5

x	1,22	2,26	3,98	5,25	6,5	8	9,4	10,77	12	13,53
y	5	6,5	6	5,5	4,5	6	8	6	7,8	8,2

Вариант 6

x	-11,5	-11	-10,5	-9	-8,5	-7	-6	-5	-4	-3
y	193	192	180	157	158	165	175	160	170	160

Вариант 7

x	0,012	0,025	0,035	0,06	0,07	0,09	0,1	0,12	0,13	0,16
y	4,6	3	6	4	5	5	8	6	7,8	8,2

Вариант 8

x	-140	-125	-121	-120	-108	-98	-88	-78	-68	-58
y	453	550	600	720	560	715	720	680	730	735

Вариант 9

x	4,2	4,35	4,6	4,9	5,2	5,5	5,9	6,2	6,6	6,9
y	14	18	16	17	22	29	22	25	34	36

Вариант 10

x	11,5	12	12,2	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5
y	19,3	19,8	19,5	18	14	13,9	14,2	11,2	13	12,8

Вариант 11

x	100	140	147	150	180	205	230	255	280	305
y	780	935	760	680	1100	980	990	1200	1220	1400

Вариант 12

x	-0,18	-0,16	-0,14	-0,12	-0,1	-0,085	-0,06	-0,04	-0,035	-0,02
y	45	55	72	40	70	80	68	80	73	90

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«практическая работа»

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

2	Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)
---	--

4. Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Понятие эксперимента. Виды экспериментов: пассивный, активный, промышленный, научный. Их особенности и области применения в автоматизации технологических процессов.
2. Цели и задачи планирования эксперимента. Преимущества перед традиционным подходом к проведению опытов.
3. Параметр оптимизации: определение, виды, требования к выбору. Обобщённый параметр оптимизации и способы его формирования.
4. Факторы в планировании эксперимента: понятие, классификация, требования к факторам (управляемость, независимость, совместимость и т.д.).
5. Уровни факторов и интервал варьирования. Выбор основного уровня и интервала варьирования факторов. Влияние интервала варьирования на результаты эксперимента.
6. Факторное пространство: определение, способы задания и визуализации. Понятие «центр плана».
7. Функция отклика и поверхность отклика. Связь между ними. Геометрическая интерпретация поверхности отклика для двух факторов.
8. Математические модели в планировании эксперимента. Линейные и нелинейные модели. Полиномиальные модели первого и второго порядка.
9. Этапы проведения экспериментальных исследований согласно методологии планирования эксперимента.
10. Полный факторный эксперимент (ПФЭ): определение, свойства, матрица планирования. Расчёт общего числа опытов в ПФЭ.
11. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ): понятие, цель применения, преимущества и недостатки. Понятие дробной реплики.
12. Разрешающая способность ДФЭ. Определяющие контрасты и генерирующие соотношения. Примеры планов с разрешающей способностью III и IV.
13. Ортогональность плана эксперимента: определение и преимущества. Расчёт коэффициентов регрессии для ортогонального плана.
14. Ротатабельность плана: определение, преимущества, примеры ротатабельных планов. Отличие от ортогональных планов.
15. Кодирование факторов: цель, формулы перехода от натуральных значений к кодированным и обратно. Преимущества использования кодированных переменных.
16. Эффекты взаимодействия факторов: понятие, физический смысл, учёт в математической модели. Примеры моделей с эффектами взаимодействия.
17. Оценка значимости коэффициентов регрессионной модели. Критерий Стьюдента: формула, порядок применения, интерпретация результатов.
18. Проверка адекватности регрессионной модели экспериментальным данным. Критерий Фишера: расчёт, сравнение с табличным значением, выводы.

19. Дисперсионный анализ (ANOVA) в планировании эксперимента: цель, основные понятия (общая, факторная и остаточная дисперсии), порядок проведения.
20. Регрессионный анализ при обработке результатов эксперимента. Построение уравнения множественной регрессии. Метод наименьших квадратов: суть, формулы расчёта коэффициентов.
21. Рандомизация опытов: цель, способы реализации. Влияние рандомизации на уменьшение систематической ошибки.
22. Повышение точности эксперимента: методы и приёмы. Роль параллельных опытов, их влияние на оценку дисперсии и точность коэффициентов модели.
23. Оптимизация технологического процесса с использованием планирования эксперимента. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона): алгоритм, расчёт шага, определение направления движения к оптимуму.
24. Композиционные планы: понятие, виды (ортогональные и ротатабельные центральные композиционные планы). Построение планов для 2 и 3 факторов.
25. Алгоритм выбора плана эксперимента в зависимости от цели исследования (поиск линейной модели, поиск оптимума, аппроксимация квадратичной моделью и т.д.).
26. Шкала желательности: назначение, построение, использование для оптимизации многокритериальных задач. Кривая желательности и её участки.
27. Особенности планирования экспериментов для экстремальных задач. Выбор параметров оптимизации и факторов при поиске оптимума.
28. Практическое применение планирования эксперимента в автоматизации технологических процессов: примеры из различных отраслей (металлургия, химическая промышленность, машиностроение и т.д.). Анализ результатов и выводы.
29. Современные программные средства для планирования и обработки результатов экспериментов (MATLAB, STATISTICA, Design-Expert и др.). Возможности и ограничения их использования в задачах автоматизации производств.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации
«экзамен»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме 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
хорошо (4)	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
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие 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
неудовлетворительно (2)	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

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	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)