



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И.Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСАиИ
М.М. Суровцов

04.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА.
ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА***

Направление подготовки
08.04.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы
Безопасность строительных объектов промышленного и гражданского назначения

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт строительства, архитектуры и искусства
Кафедра	Промышленного и гражданского строительства
Курс	1

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Промышленного и гражданского строительства

20.01.2026 г., протокол № 5


Зав. кафедрой



М.Ю. Наркевич

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ
04.02.2026 г., протокол № 4

Председатель



М.М. Суровцов

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры ПГС, д-р техн. наук



О.Ю. Извеков

Рецензент:
Директор ООО НПО "Надежность",
канд. техн. наук



Матвеев И.В.

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Промышленного и гражданского строительства

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Промышленного и гражданского строительства

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Промышленного и гражданского строительства

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Ю. Наркевич

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента» является формирование у магистрантов:

- знаний основ экспериментальных исследований, теории планирования эксперимента, научных и методических основ построения оптимальных планов эксперимента и обработки полученных результатов, применения полученных знаний в прикладных задачах планирования эксперимента

- умений выбирать модели, адекватно отражающие изучаемые процессы;

- навыков, необходимых для обработки результатов натуральных и вычислительных экспериментов с целью получения научно обоснованных и достоверных выводов.

Задачами дисциплины являются формирование у магистрантов:

– знаний о методологии научных исследований, современных достижениях науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах, основах планирования эксперимента, формах представления результатов исследований;

– умения планировать и проводить теоретические и экспериментальные научные исследования, проводить сбор и обработку информации, планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, представлять результаты научных исследований;

- навыков определять необходимый объем эксперимента, составлять планы эксперимента, делать выводы по результатам статистического анализа экспериментальных данных;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Реконструкция зданий и сооружений

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук
ОПК-1.1	Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата
ОПК-1.2	Решает типовые задачи в профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 4,1 акад. часов;
- аудиторная – 4 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 64 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Эксперимент как предмет исследования. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.								
1.1 Понятие эксперимента, его роль в исследованиях и принятии решений. Классификация видов экспериментальных исследований.	1				6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос	ОПК-1.1
1.2 Случайные величины и их числовые характеристики. Законы распределения.					4	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями,	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1

						энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.		
Итого по разделу					10			
2. Обработка экспериментальных данных.								
2.1 Статистическое распределение выборки и эмпирическая функция распределения. Полигон и гистограмма.	1				4	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
2.2 Точечные оценки. Метод моментов. Метод наибольшего правдоподобия. Интервальные оценки. Построение доверительного интервала для математического ожидания. Определение необходимого количества опытов при построении интервальной оценки для математического ожидания.					6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1
2.3 Статистические гипотезы. Отсев грубых погрешностей. Критерий Н.В. Смирнова. Критерий Диксона.					2	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами,	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1

						словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.		
Итого по разделу					12			
3. Корреляционно-регрессионный анализ эксперимента и линейной модели.								
3.1 Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии.	1				2	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
3.2 Множественная линейная регрессия.					2	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1
Итого по разделу					4			
4. Дисперсионный (факторный) анализ.								
4.1 Назначение дисперсионного анализа. Общая, факторная и остаточная оценки	1				2	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2

дисперсий. Статистические оценки при однофакторном и многофакторном анализе.						(работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.		
Итого по разделу					2			
5. Факторы.								
5.1 Требования к факторам. Виды факторов. Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент), типы диаграмм рангов.	1				4	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу					4			
6. Пассивный эксперимент. Планирование, проведение, анализ								
6.1 Проведение пассивного эксперимента в производственных условиях и информативность его результатов. Факторный анализ. Временные ряды. Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента методами регрессионного анализа.	1				1	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2

						дисциплины.		
6.2 Возникновение погрешностей при экспериментальных измерениях. Случайные погрешности и их распределение. Группы систематических погрешностей и методы их компенсации.	1				1	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу					2			
7. Активный эксперимент.								
7.1 Планирование первого порядка. Геометрическая интерпретация плана эксперимента на факторном пространстве. Центр эксперимента и интервалы варьирования факторов. Требования, предъявляемые к факторам и критериям оптимальности.	1					Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
7.2 Уравнение регрессии с эффектами взаимодействия. Воспроизводимость эксперимента. Расчет коэффициентов регрессии. Дисперсии воспроизводимости и адекватности. Критерии Стьюдента и Фишера.				4	12	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Выполнение практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.	Устный опрос Проверка практической работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2
7.3 Алгоритм организации и обработки ПФЭ. Последовательный и рандомизированный планы экспериментов.					18	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2

Дробный факторный эксперимент.						библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями).		
Итого по разделу			4	30				
Итого за семестр			4	64			зачёт	
Итого по дисциплине			4	64			зачет	

5 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При обучении студентов дисциплине «Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента» используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий: информационная лекция и практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения: проблемная лекция, практическое занятие в форме практикума.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Применяемые формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий: лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Щурин, К. В. Планирование и организация эксперимента / К. В. Щурин, Е. К. Волкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-9875-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/230288> (дата обращения: 31.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Адлер, Ю. П. Введение в планирование экспериментов : учебное пособие / Ю. П. Адлер. — Москва : МИСИС, 2014. — 36 с. — ISBN 978-5-87623-770-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69763> (дата обращения: 10.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей..

2. Сидняев, Н. И. Введение в теорию планирования эксперимента : учебное пособие / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2011. — 463 с. — ISBN 978-5-7038-3365-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106359> (дата обращения: 10.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Порсев, Е. Г. Организация и планирование экспериментов : учеб. пособие / Порсев Е. Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 155 с. - ISBN 978-5-7782-1461-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778214613.html> (дата обращения: 10.03.2026). - Режим доступа : по подписке..

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оборудование: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации 5-405

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Комплекс заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей 5-307

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оборудование: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 5-501

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оборудование: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий 5-110

Приложение 1

«Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Самостоятельная работа включает в себя изучение поиск дополнительной информации по изучаемым темам (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)., подготовку к лекционным и практическим занятиям. Для лучшей организации времени при изучении дисциплины «Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента» студенту рекомендуется заниматься самостоятельной работой после каждого лекционного и практического занятия в течение всего семестра.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение практических задач на практических занятиях.

Примерные аудиторские практические работы (АПР):

АПР №1 Случайные величины и параметры их распределения.

В таблице приведены результаты определения прочности бетона.

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Прочность, МПа	16,2	18,0	16,4	15,5	15,7	17,2	14,8	15,8
Номер опыта	9	10	11	12	13	14	15	16
Прочность, МПа	18,4	16,8	16,1	15,7	18,0	19,2	16,9	16,3
Номер опыта	17	18	19	20	21	22	23	24
Прочность, МПа	16,3	15,5	16,6	16,7	17,1	16,3	16,0	16,9
Номер опыта	25	26	27	28	29	30	31	32
Прочность, МПа	16,6	16,7	14,8	16,1	16,4	17,0	14,9	17,2
Номер опыта	33	34	35	36	37	38	39	40
Прочность, МПа	17,9	18,1	18,4	15,8	16,3	17,2	16,0	15,7
Номер опыта	41	42	43	44	45	46	47	48
Прочность, МПа	19,3	15,1	16,3	17,2	15,0	16,1	18,3	16,0
Номер опыта	49	50	51	52	53	54	55	56
Прочность, МПа	16,9	19,1	16,3	17,7	18,8	13,6	15,9	18,3
Номер опыта	57	58	59	60	61	62	63	64
Прочность, МПа	15,8	17,0	18,1	16,1	16,4	19,0	15,8	18,2
Номер опыта	65	66	67					
Прочность, МПа	16,0	16,0	18,4					

Определить:

- основные числовые характеристики случайной величины.

АПР №2 Предварительная обработка экспериментальных данных.

Построить, используя данные задачи АПР №1 :

- ряд вариационный распределения прочности бетона;

- статистическую функцию распределения;
- полигон распределения прочности бетона;
- гистограмму распределения прочности бетона.

АПР №3 Точечное оценивание.

Используя данные АПР №1 определить доверительный интервал для:

- математического ожидания;
- дисперсии;
- количество испытаний обеспечивающих точность статистических выводов $\delta \leq 2$ и прочность бетона с обеспеченностью $P=0,95$.

АПР №4 Отсев грубых погрешностей. При испытаниях древесины сосны получены значения предела прочности при сжатии вдоль волокон в испытанных образцах, МПа: 36,0 65,0 40,0 41,5 42,5 51,0 44,0 46,5 38,0 33,0 48,0. Провести проверку на наличие грубых ошибок по критериям Диксона и Н.В. Смирнова при доверительной вероятности 0,95, если известно, что распределение показателя соответствует нормальному.

АПР №5 Корреляционный анализ. Для установления корреляционной связи между переменными X и Y результаты наблюдений представлены в виде корреляционной матрицы (таблица). Оценить связь между переменными X и Y количественно и оценить статистически. Выполнить проверку достоверности коэффициента корреляции.

Корреляционная матрица

X \ Y	10-12 11	12-14 13	14-16 15	16-18 17	18-20 19	20-22 21	22-24 23	24-26 25	26-28 27	28-30 29	30-32 31	32-34 33	m_x
20-30 25	3	2											5
30-40 35		6	4					1					11
40-50 45		1	13	5									19
50-60 55		1	2	4	8								15
60-70 65			1		4	4	2						11
70-80 75					2	6	6	1					15
80-90 85							1	5					6
90-100 95								1	4	1			6
100-110 105									2	4	1	1	8
110-120 115										1		1	2
120-130 125												1	1
m_y	3	10	20	9	14	10	9	8	6	6	1	3	

АПР №6 Дисперсионный (факторный) анализ. Пусть на восьми станках изготавливаются однотипные детали. Требуется установить, одинакова ли точность станков. Для каждого станка проводили по три параллельных измерения размеров детали. Результаты наблюдений представлены в таблице.

$X_1 - X_8$ – факторы (станки), $Y_1 - Y_2$ – выходная величина (результаты измерений).

Номер уровня (номер станка)	Уровень фактора	Параллельные значения, мм		
		Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	X ₁	68,15	66,50	65,90
2	X ₂	68,90	66,90	66,50
3	X ₃	61,15	61,40	58,30
4	X ₄	62,12	61,50	58,60
5	X ₅	72,00	68,85	70,35
6	X ₆	71,10	68,40	72,30
7	X ₇	64,90	65,00	61,80
8	X ₈	61,40	58,80	61,90

АПР №7 Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент).
Проведен опрос четырех специалистов ($m = 4$) с помощью анкеты, содержащей 12 факторов ($k = 12$), которые нужно проранжировать с учетом степени их влияния на результаты опроса. Результаты опроса представлены в таблице.

Таблица результатов опроса специалистов

Специалисты m	Факторы (k)											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
1	8	10,5	10,5	10,5	1	2,5	2,5	10,5	5	4	7	6
2	8	9	10	11	1	6,5	6,5	12	2	3	4	5
3	6	7,5	7,5	11	2	4,5	4,5	12	1	3	9,5	9,5
4	7	4	8	10,5	2	10,5	10,5	10,5	1	3	5,5	5,5

Оценить согласованность мнений всех специалистов. Построить диаграмму рангов. Определить факторы обладающие наибольшим влиянием на выходной параметр.

АПР №8 Планирование и обработка результатов пассивного эксперимента.
Построить регрессионную модель по результатам исследований стационарного непрерывного технологического процесса, считая, что предпосылки регрессионного анализа выполняются (таблица).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X₁	11	12,6	16,7	19	11,3	12	21,2	24	14,1	19,3	20,5	21	12,5
X₂	93	92	89	87	94	88,5	89,5	93,5	93,8	95	94,5	92,3	92,2
Y	10,7	13,0	19,3	23,2	11,4	12,1	27,3	29,6	15,6	24,1	25,5	26,4	13,1
	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
X₁	16,5	22	19,5	13,5	17,5	20	22	22,3	24,1				
X₂	96	91,3	92,5	97	93,3	92	98	94,5	95				
Y	19,3	27,9	24	14,4	21	24,7	28	28,8	29,6				

Методом наименьших квадратов определить параметры C и n уравнения Пэриса $dl/dn = C(\Delta K)^n$ по результатам наблюдений за ростом усталостной трещины при испытании внецентренно растянутого образца. Коэффициент интенсивности напряжения $K = P/(t \times W^{0,5}) \times (29,6 \times (l/W)^{0,5} - 185,5 \times (l/W)^{1,5} + 655,7 \times (l/W)^{2,5} - 1017 \times (l/W)^{3,5} + 638,9 \times (l/W)^{4,5})$.

$W=79,6$ мм, $t=12$ мм. $P_{max}=1700$ кг, $P_{min}=100$ кг. Результаты наблюдений за ростом трещины:

l , мм	27.475	27.8625	28.4125	28.95	29.375	29.9	30.35
N , цикл	10500	16000	21800	28000	31900	36200	40400
l , мм	30.85	31.375	31.725	32.075	32.45	32.9	33.425
N , цикл	43500	46800	49700	51900	54000	56000	58600
l , мм	33.9875	34.5	34.95	35.4	35.875	36.4	36.925
N , цикл	61100	63500	65900	67500	69200	70700	72300
l , мм	37.4	37.875	38.375	38.825	39.3	39.85	40.35
N , цикл	73700	75000	76000	77300	78300	79600	80400
l , мм	40.85	41.375	41.875	42.425			
N , цикл	81200	82000	82500	83100			

АПР №9 Активный эксперимент. Планирование первого порядка. Исследовался процесс изменения температуры в узле трения. Ранее было выяснено, что на температуру в узлах трения без смазки влияют следующие факторы: удельная нагрузка p , скорость скольжения v и первоначальная шероховатость трущейся шейки стального валика R_a .

Для оценки влияния указанных факторов и математического описания процесса трения использована модель первого порядка вида

$$\hat{y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3.$$

Рассматриваемый пример – полный факторный эксперимент типа 2^3 . X_1 , X_2 , X_3 – факторы, а y – исследуемая величина (температура в узле трения).

Значения выбранных уровней варьируемых факторов даны в таблице.

Уровень варьируемых факторов	Обозначение кодовое	p , кг/см ²	v , м/с	R_a , мкм
		X_1	X_2	X_3
Основной уровень	0	6,84	0,59	1,57
Интервал варьирования	Δx_i	4,00	0,31	0,92
Верхний уровень	+1	10,84	0,90	0,65
Нижний уровень	-1	2,84	0,28	2,50

Каждый опыт проводили трижды. Порядок постановки опытов определяли с помощью таблиц случайных чисел. Матрица планирования эксперимента и результаты испытаний представлены в таблице.

№ опыта	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	y_1	y_2	y_3
1	+	-	-	-	+	+	+	-	57	60	55
2	+	+	-	-	-	-	+	+	57	55	52
3	+	-	+	-	-	+	-	+	80	85	90
4	+	+	+	-	+	-	-	-	120	125	130
5	+	-	-	+	+	-	-	+	50	55	45
6	+	+	-	+	-	+	-	-	54	55	60
7	+	-	+	+	-	-	+	-	55	50	60
8	+	+	+	+	+	+	+	+	98	105	115

АПР №10 Дробный факторный эксперимент. Построить план ДФЭ 2^{4-1} для определения полинома

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4$$

Число факторов – 4. Нужно найти 8 коэффициентов полинома. Выбрать 8 из 16 опытов плана ПФЭ 2^4 таким образом, чтобы можно было определить независимые коэффициенты при самих факторах, смешанные коэффициенты при парных сочетаниях факторов и в пренебрежении тройными и четверным сочетаниями факторов и при этом сохранялась ортогональность плана.

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y	
				ПФЭ 2^4	ДФЭ 2^{4-1}
-1	-1	-1	-1	1	
+1	-1	-1	-1	2	
-1	+1	-1	-1	3	
+1	+1	-1	-1	4	
-1	-1	+1	-1	5	
+1	-1	+1	-1	6	
-1	+1	+1	-1	7	
+1	+1	+1	-1	8	
-1	-1	-1	+1	9	
+1	-1	-1	+1	10	
-1	+1	-1	+1	11	
+1	+1	-1	+1	12	
-1	-1	+1	+1	13	
+1	-1	+1	+1	14	
-1	+1	+1	+1	15	
+1	+1	+1	+1	16	

АПР №11 Дробный факторный эксперимент. План ДФЭ 24-1 полинома

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4$$

представлен в виде виде

U	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₁ x ₄	x ₂ x ₃	x ₂ x ₄	x ₃ x ₄	Y
1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	10
2	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	8
3	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	8
4	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	7
5	+1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	9
6	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	8
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	8
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	6,5

Определить независимые коэффициенты при самих факторах, смешанные коэффициенты при парных сочетаниях факторов.

Приложение 2

«Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
ОПК-1 – Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата		

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
фундаментальных наук		
ОПК-1.1	Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Случайная величина это: а) результат измерения; б) шкала; в) число 2. Наиболее наглядный способ задания функции: а) описательный; б) графический; в) аналитический; г) умозрительный; д) с помощью формулы; е) с помощью таблицы 3. В косвенных измерениях искомая величина определяется: а) непосредственным измерением; б) расчетом по формуле. 4. Количественное сравнение двух однородных величин дает оценку: а) абсолютную; б) относительную; в) систематическую; г) случайную 5. Понятие эксперимента, его роль в исследованиях и принятии решений. 6. Классификация видов экспериментальных исследований. 7. Варианта, которая имеет наибольшую частоту называется: а) частотой; б) частотностью; в) медианой; г) дисперсией; д) модой 8) Варианта, которая делит вариационный ряд на две равные части называется: а) частотой; б) частотностью; в) медианой; г) средне-квадратическим отклонением; д) коэффициентом вариации 9). Разность между наибольшим и наименьшим значениями случайной величины называется: а) частотой; б) шагом разбиения; в) размахом 10) Каким образом производится построение вариационного ряда, статистической функции распределения, гистограммы одномерной случайной величины? 11. Прямые и косвенные измерения. 12. Критерии оценки грубых погрешностей 13. Определение числа повторений опыта 14. Оценивание с помощью доверительного интервала: доверительный интервал для математического ожидания. 15. Оценивание с помощью доверительного интервала: доверительный интервал для дисперсии. 16. В чем принципиальное отличие метода ранговой корреляции от других методов исследования? 17. В каких случаях метод ранговой корреляции не дает желаемого эффекта? 18. Какова общая стратегия исследования при определении факторов, влияющих на процесс. 19. Для чего служат коэффициент конкордации?

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>20. Что характеризует матрица рангов?</p> <p>21. Как по диаграмме рангов определить факторы, оказывающие существенное влияние на исследуемый процесс?</p> <p>22. Какого типа практические задачи обычно решают методом дисперсионного анализа?</p> <p>23. Что называется полным факторным экспериментами?</p> <p>24. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования?</p> <p>25. Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.</p> <p>26. Как составляется матрица планирования ПФЭ?</p> <p>27. Как выбрать центр плана эксперимента?</p> <p>28. Чем определяется величина интервала варьирования фактора?</p> <p>29. Почему необходимо проведение параллельных опытов и их рандомизация?</p> <p>30. Как зависит число уровней варьируемых факторов от порядка имитационной модели, представленной в виде полинома?</p> <p>31. Что такое статистическая гипотеза и на основании чего ее можно принять или отвергнуть?</p> <p>32. Как проверяется гипотеза о равенстве двух выборочных средних значений случайной величины?</p> <p>33. В каких случаях применяется критерий Кохрена и как с его помощью можно оценить однородность дисперсий?</p> <p>34. Каков порядок статистической обработки и анализа результатов эксперимента?</p> <p>35. Как проверить значимость оценок коэффициентов регрессии?</p> <p>36. Поясните различие применения критерия Стьюдента для оценки выборочных средних значений случайной величины и оценки значимости коэффициента полинома.</p> <p>37. При каких условиях оценки коэффициентов регрессии незначимы и как эти условия устранить?</p> <p>38. Как проверить адекватность математической модели?</p> <p>39. Что называется дробным факторным экспериментами?</p> <p>40. В каких случаях возможно планированиеДФЭ?</p> <p>41. Как можно оценить разрешающую способность матрицыДФЭ?</p> <p>42. Указать преимущества факторного планирования эксперимента перед другими</p>

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства
		<p>способами проведения активного эксперимента и пассивным экспериментом?</p> <p>43. Назовите основные отличия активного и пассивного экспериментов, их преимущества и недостатки.</p> <p>45. Каков порядок проведения пассивного эксперимента в производственных условиях?</p> <p>46. Какую информацию о качестве технологического процесса несут контролируемые в процессе производства параметры качества?</p> <p>47. В чем различие систематических и случайных погрешностей?</p> <p>48. Каким образом можно оценить вклад случайных и систематических погрешностей в точность технологического процесса?</p>
ОПК-1.1	Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата	<p>Примерные практические задания:</p> <p>1. Пусть имеется выборка из 10 наблюдений (то есть $N=10$):</p> <p>$x_1=5, x_2=2, x_3=4, x_4=5, x_5=7, x_6=3, x_7=6, x_8=8, x_9=3, x_{10}=9$.</p> <p>2. Исследовать свойства одномерной случайной величины. Две установки должны напылять резисторы с одинаковыми сопротивлениями. При замеры получены следующие данные (в Ом):</p> <p>Установка 1 (X_1): 1095, 1025, 938, 915, 1012, 980, 975, 990, 1000, 974;</p> <p>Установка 2 (X_2): 942, 938, 1010, 1030, 973, 915, 990, 970, 925, 1045, 1100, 1020, 985, 1082, 1065, 1090.</p> <p>Определить, одинаково ли налажены установки.</p> <p>3. При измерении толщины слоя окисла после диффузии в большой партии пластин получилась следующая выборка: 30, 29, 28, 31, 34, 30, 28, 29, 29, 28, 30, 28, 31, 30, 29, 30, 28, 31, 30, 28, 28 мкм.</p> <p>Определить наличие грубых ошибок.</p> <p>4. 2. Выполнено четыре серии измерений одной и той же величины в различных условиях и получены следующие значения: $x_1=10,24, \sigma_1= 0,054; x_2=9,98, \sigma_2= 0,125; x_3=10,07, \sigma_3= 0,059; x_4=10,33, \sigma_4= 0,057;$. Найдите средневзвешенное значение и произведите оценку точности.</p> <p>6. Определить, содержится ли грубая погрешность</p>

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства																																																																																																						
		в результатах шестикратного взвешивания изделия: 72,361; 72,352; 72,357; 72,346; 72,344; 72,340 (г) при доверительной вероятности $p = 0,975$.																																																																																																						
ОПК-1.2	Решает типовые задачи в профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ	<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</p> <p>Требуется исследовать процесс получения резистивных пленок рения с целью его оптимизации. В качестве критерия оптимизации берется температурный коэффициент сопротивления (ТКС). Задача исследования – определить условия получения резистивных пленок с минимальным ТКС.</p> <p>Абсолютное значение верхнего и нижнего уровней факторов приведено в таблице 1.</p> <p>Таблица 1</p> <table border="1" data-bbox="683 943 1358 1021"> <thead> <tr> <th>Характеристика фактора</th> <th>X_1</th> <th>X_2</th> <th>X_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>верхний уровень (+1)</td> <td>2550</td> <td>450</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>нижний уровень (-1)</td> <td>2450</td> <td>350</td> <td>350</td> </tr> </tbody> </table> <p>План эксперимента представим виде матрицы ПФЭ типа 2^3 представлен в таблице 2</p> <p>Таблица 2</p> <table border="1" data-bbox="711 1227 1358 1675"> <thead> <tr> <th>Номер опыта</th> <th>Порядок проведения опыта</th> <th>X_{06}</th> <th>X_{16}</th> <th>X_{26}</th> <th>X_{36}</th> <th>$X_{16}X_{26}$</th> <th>$X_{16}X_{36}$</th> <th>$X_{26}X_{36}$</th> <th>$X_{16}X_{26}X_{36}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>3</td><td>6</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>8</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td><td>7</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>2</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>5</td><td>7</td><td>4</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td></tr> <tr><td>6</td><td>6</td><td>5</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td></tr> <tr><td>7</td><td>2</td><td>8</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td></tr> <tr><td>8</td><td>5</td><td>1</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td></tr> </tbody> </table> <p>Ниже приведены варианты результатов проведения полного факторного эксперимента. Провести обработку и анализ результатов ПФЭ.</p>	Характеристика фактора	X_1	X_2	X_3	верхний уровень (+1)	2550	450	450	нижний уровень (-1)	2450	350	350	Номер опыта	Порядок проведения опыта	X_{06}	X_{16}	X_{26}	X_{36}	$X_{16}X_{26}$	$X_{16}X_{36}$	$X_{26}X_{36}$	$X_{16}X_{26}X_{36}$	1	3	6	+	-	-	-	+	+	+	2	4	8	+	+	-	-	-	+	+	3	1	7	+	-	+	-	-	+	+	4	8	2	+	+	+	-	+	-	-	5	7	4	+	-	-	+	+	-	+	6	6	5	+	+	-	+	-	+	-	7	2	8	+	-	+	+	-	-	+	8	5	1	+	+	+	+	+	+	+
Характеристика фактора	X_1	X_2	X_3																																																																																																					
верхний уровень (+1)	2550	450	450																																																																																																					
нижний уровень (-1)	2450	350	350																																																																																																					
Номер опыта	Порядок проведения опыта	X_{06}	X_{16}	X_{26}	X_{36}	$X_{16}X_{26}$	$X_{16}X_{36}$	$X_{26}X_{36}$	$X_{16}X_{26}X_{36}$																																																																																															
1	3	6	+	-	-	-	+	+	+																																																																																															
2	4	8	+	+	-	-	-	+	+																																																																																															
3	1	7	+	-	+	-	-	+	+																																																																																															
4	8	2	+	+	+	-	+	-	-																																																																																															
5	7	4	+	-	-	+	+	-	+																																																																																															
6	6	5	+	+	-	+	-	+	-																																																																																															
7	2	8	+	-	+	+	-	-	+																																																																																															
8	5	1	+	+	+	+	+	+	+																																																																																															

Код индикатора	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства																																																																																																																																																																																				
		<p>Вариант 1</p> <p>Вариант 2</p> <table border="1" data-bbox="675 309 1370 560"> <thead> <tr> <th>Y_1</th> <th>Y_2</th> <th>Y_3</th> <th>Y_4</th> <th>Y_5</th> <th>Y_1</th> <th>Y_2</th> <th>Y_3</th> <th>Y_4</th> <th>Y_5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4,292</td><td>4,285</td><td>4,333</td><td>4,304</td><td>4,277</td><td>3,583</td><td>3,605</td><td>3,623</td><td>3,623</td><td>3,587</td></tr> <tr><td>8,385</td><td>8,390</td><td>8,404</td><td>8,421</td><td>8,390</td><td>6,555</td><td>6,564</td><td>6,523</td><td>6,559</td><td>6,511</td></tr> <tr><td>5,881</td><td>5,886</td><td>5,847</td><td>5,900</td><td>5,909</td><td>4,795</td><td>4,790</td><td>4,776</td><td>4,798</td><td>4,744</td></tr> <tr><td>13,349</td><td>13,332</td><td>13,357</td><td>13,342</td><td>13,356</td><td>9,504</td><td>9,530</td><td>9,524</td><td>9,557</td><td>9,530</td></tr> <tr><td>7,389</td><td>7,368</td><td>7,439</td><td>7,419</td><td>7,442</td><td>5,855</td><td>5,839</td><td>5,827</td><td>5,881</td><td>5,863</td></tr> <tr><td>20,252</td><td>20,271</td><td>20,271</td><td>20,258</td><td>20,310</td><td>13,040</td><td>13,011</td><td>13,045</td><td>13,061</td><td>13,036</td></tr> <tr><td>11,282</td><td>11,269</td><td>11,293</td><td>11,249</td><td>11,254</td><td>8,328</td><td>8,301</td><td>8,303</td><td>8,319</td><td>8,310</td></tr> <tr><td>66,571</td><td>66,613</td><td>66,562</td><td>66,585</td><td>66,620</td><td>25,586</td><td>25,544</td><td>25,578</td><td>25,562</td><td>25,556</td></tr> </tbody> </table> <p>Вариант 3</p> <p>Вариант 4</p> <table border="1" data-bbox="675 801 1370 1059"> <thead> <tr> <th>Y_1</th> <th>Y_2</th> <th>Y_3</th> <th>Y_4</th> <th>Y_5</th> <th>Y_1</th> <th>Y_2</th> <th>Y_3</th> <th>Y_4</th> <th>Y_5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,124</td><td>2,150</td><td>2,139</td><td>2,140</td><td>2,157</td><td>2,588</td><td>2,597</td><td>2,542</td><td>2,537</td><td>2,539</td></tr> <tr><td>3,382</td><td>3,394</td><td>3,368</td><td>3,374</td><td>3,372</td><td>4,191</td><td>4,165</td><td>4,152</td><td>4,129</td><td>4,138</td></tr> <tr><td>2,705</td><td>2,652</td><td>2,655</td><td>2,674</td><td>2,713</td><td>3,201</td><td>3,231</td><td>3,202</td><td>3,199</td><td>3,248</td></tr> <tr><td>4,307</td><td>4,242</td><td>4,276</td><td>4,317</td><td>4,255</td><td>5,509</td><td>5,453</td><td>5,448</td><td>5,511</td><td>5,445</td></tr> <tr><td>3,107</td><td>3,089</td><td>3,096</td><td>3,119</td><td>3,137</td><td>3,793</td><td>3,830</td><td>3,850</td><td>3,789</td><td>3,852</td></tr> <tr><td>5,081</td><td>5,148</td><td>5,123</td><td>5,092</td><td>5,073</td><td>6,718</td><td>6,752</td><td>6,760</td><td>6,709</td><td>6,743</td></tr> <tr><td>3,948</td><td>3,901</td><td>3,914</td><td>3,951</td><td>3,919</td><td>4,963</td><td>4,966</td><td>5,001</td><td>4,952</td><td>5,007</td></tr> <tr><td>6,873</td><td>6,920</td><td>6,932</td><td>6,858</td><td>6,869</td><td>9,738</td><td>9,753</td><td>9,702</td><td>9,746</td><td>9,737</td></tr> </tbody> </table>	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	4,292	4,285	4,333	4,304	4,277	3,583	3,605	3,623	3,623	3,587	8,385	8,390	8,404	8,421	8,390	6,555	6,564	6,523	6,559	6,511	5,881	5,886	5,847	5,900	5,909	4,795	4,790	4,776	4,798	4,744	13,349	13,332	13,357	13,342	13,356	9,504	9,530	9,524	9,557	9,530	7,389	7,368	7,439	7,419	7,442	5,855	5,839	5,827	5,881	5,863	20,252	20,271	20,271	20,258	20,310	13,040	13,011	13,045	13,061	13,036	11,282	11,269	11,293	11,249	11,254	8,328	8,301	8,303	8,319	8,310	66,571	66,613	66,562	66,585	66,620	25,586	25,544	25,578	25,562	25,556	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	2,124	2,150	2,139	2,140	2,157	2,588	2,597	2,542	2,537	2,539	3,382	3,394	3,368	3,374	3,372	4,191	4,165	4,152	4,129	4,138	2,705	2,652	2,655	2,674	2,713	3,201	3,231	3,202	3,199	3,248	4,307	4,242	4,276	4,317	4,255	5,509	5,453	5,448	5,511	5,445	3,107	3,089	3,096	3,119	3,137	3,793	3,830	3,850	3,789	3,852	5,081	5,148	5,123	5,092	5,073	6,718	6,752	6,760	6,709	6,743	3,948	3,901	3,914	3,951	3,919	4,963	4,966	5,001	4,952	5,007	6,873	6,920	6,932	6,858	6,869	9,738	9,753	9,702	9,746	9,737
Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5																																																																																																																																																																													
4,292	4,285	4,333	4,304	4,277	3,583	3,605	3,623	3,623	3,587																																																																																																																																																																													
8,385	8,390	8,404	8,421	8,390	6,555	6,564	6,523	6,559	6,511																																																																																																																																																																													
5,881	5,886	5,847	5,900	5,909	4,795	4,790	4,776	4,798	4,744																																																																																																																																																																													
13,349	13,332	13,357	13,342	13,356	9,504	9,530	9,524	9,557	9,530																																																																																																																																																																													
7,389	7,368	7,439	7,419	7,442	5,855	5,839	5,827	5,881	5,863																																																																																																																																																																													
20,252	20,271	20,271	20,258	20,310	13,040	13,011	13,045	13,061	13,036																																																																																																																																																																													
11,282	11,269	11,293	11,249	11,254	8,328	8,301	8,303	8,319	8,310																																																																																																																																																																													
66,571	66,613	66,562	66,585	66,620	25,586	25,544	25,578	25,562	25,556																																																																																																																																																																													
Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5																																																																																																																																																																													
2,124	2,150	2,139	2,140	2,157	2,588	2,597	2,542	2,537	2,539																																																																																																																																																																													
3,382	3,394	3,368	3,374	3,372	4,191	4,165	4,152	4,129	4,138																																																																																																																																																																													
2,705	2,652	2,655	2,674	2,713	3,201	3,231	3,202	3,199	3,248																																																																																																																																																																													
4,307	4,242	4,276	4,317	4,255	5,509	5,453	5,448	5,511	5,445																																																																																																																																																																													
3,107	3,089	3,096	3,119	3,137	3,793	3,830	3,850	3,789	3,852																																																																																																																																																																													
5,081	5,148	5,123	5,092	5,073	6,718	6,752	6,760	6,709	6,743																																																																																																																																																																													
3,948	3,901	3,914	3,951	3,919	4,963	4,966	5,001	4,952	5,007																																																																																																																																																																													
6,873	6,920	6,932	6,858	6,869	9,738	9,753	9,702	9,746	9,737																																																																																																																																																																													

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

Результаты ответов обучающихся на зачете оцениваются по шкале «зачтено» – «не зачтено». В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Планирование эксперимента. Основы инженерного эксперимента».

«Зачтено» – оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания основного материала.

«Не зачтено» – оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Методические указания по подготовке к устному опросу

Самостоятельная работа магистров включает подготовку к устному опросу на практических занятиях. Для этого аспирант изучает лекции преподавателя, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов.

Тема и вопросы к практическим занятиям, вопросы для самоконтроля доводятся до аспирантов заранее. Эффективность подготовки аспирантов к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой. Для подготовки к устному опросу магистру необходимо ознакомиться с материалом, посвященным теме практического занятия, в учебнике или другой рекомендованной литературе, записях с лекционного занятия, обратить внимание на усвоение основных понятий дисциплины, выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам.

В среднем, подготовка к устному опросу по одному занятию занимает от 4 до 5 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации аспирантом своей самостоятельной работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Методические указания по подготовке к опросу

Успешное выполнение практических заданий является необходимым условием итоговой положительной оценки в соответствии с рейтинговой системой обучения.

Выполнение практических заданий предоставляет магистром возможность самостоятельно контролировать уровень своих знаний, обнаруживать пробелы в знаниях и принимать меры по их ликвидации. Форма изложения практических заданий позволяет закрепить и восстановить в памяти пройденный материал. Предлагаемые практические

задания охватывают узловые вопросы теоретических и практических основ по дисциплине. Для выполнения практических заданий магистры должны изучить лекционный материал по теме, соответствующие разделы учебников, учебных пособий и других литературных источников.

Контрольные практические задания выполняются магистрами на практических занятиях. Репетиционные практические задания содержатся в рабочей учебной программе дисциплины. С ними целесообразно ознакомиться при подготовке к опросу.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Методические указания по подготовке к выполнению практических заданий

Практическая работа представляет собой ряд заданий по дисциплине для самостоятельного выполнения во время практических занятий. В среднем выполнение практического задания в зависимости от сложности выбранной темы и особенностей организации магистрами своей самостоятельной работы составляет от 30 до 90 мин.

При подготовке к выполнению практических заданий магистрам необходимо проработать теоретический материал по изучаемой теме, методические указания к выполнению практических работ, выполнить примеры практических заданий, содержащихся в рабочей учебной программе.

Практические задания выполняются на практических занятиях. Оценка за выполнение практических заданий учитывается в работе в соответствии с распределением баллов. Дополнительный балл за самостоятельную подготовку к практическим занятиям магистрам может получить при условии качественного выполнения самих заданий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Методические указания по написанию конспекта

Конспект – это краткое последовательное изложение содержания статьи, книги, лекции. Его основу составляют план тезисы, выписки, цитаты. Конспект, в отличие от тезисов воспроизводит не только мысли оригинала, но и связь между ними. В конспекте отражается не только то, о чем говорится в работе, но и что утверждается, и как доказывается.

В отличие от тезисов и выписок, конспекты при обязательной краткости содержат не только основные положения и выводы, но и факты, и доказательства, и примеры, и иллюстрации.

Типы конспектов:

1. Плановый.
2. Текстуальный.
3. Свободный.
4. Тематический.

Краткая характеристика типов конспектов:

1. Плановый конспект: являясь сжатым, в форме плана, пересказом прочитанного, этот конспект – один из наиболее ценных, помогает лучше усвоить материал еще в процессе его изучения. Он учит последовательно и четко излагать свои мысли, работать над книгой, обобщая содержание ее в формулировках плана. Такой конспект краток, прост и ясен по своей форме. Это делает его незаменимым пособием при быстрой подготовке

доклада, выступления. Недостаток: по прошествии времени с момента написания трудно восстановить в памяти содержание источника.

2. Текстуальный конспект – это конспект, созданный в основном из отрывков подлинника – цитат. Это прекрасный источник дословных высказываний автора и приводимых им фактов. Текстуальный конспект используется длительное время. Недостаток: не активизирует резко внимание и память.

3. Свободный конспект представляет собой сочетание выписок, цитат, иногда тезисов, часть его текста может быть снабжена планом. Это наиболее полноценный вид конспекта.

4. Тематический конспект дает более или менее исчерпывающий ответ на поставленный вопрос темы. Составление тематического конспекта учит работать над темой, всесторонне обдумывая ее, анализируя различные точки зрения на один и тот же вопрос. Таким образом, этот конспект облегчает работу над темой при условии использования нескольких источников.

5. Конспект-схема

Удобно пользоваться схематичной записью прочитанного. Составление конспектов-схем служит не только для запоминания материала. Такая работа становится средством развития способности выделять самое главное, существенное в учебном материале, классифицировать информацию.

Наиболее распространенными являются схемы типа «генеалогическое дерево» и «паучок». В схеме «генеалогическое дерево» выделяют основные составляющие более сложного понятия, ключевые слова и т. п. и располагаются в последовательности «сверху – вниз» – от общего понятия к его частным составляющим.

В схеме «паучок» записывается название темы или вопроса и заключается в овал, который составляет «тело паучка». Затем нужно продумать, какие из входящих в тему понятий являются основными и записать их в схеме так, что они образуют «ножки паука». Для того чтобы усилить его устойчивость, нужно присоединить к каждой «ножке» ключевые слова или фразы, которые служат опорой для памяти.

Схемы могут быть простыми, в которых записываются самые основные понятия без объяснений. Такая схема используется, если материал не вызывает затруднений при воспроизведении. Действия при составлении конспекта – схемы могут быть такими:

1. Подберите факты для составления схемы.
2. Выделите среди них основные, общие понятия.
3. Определите ключевые слова, фразы, помогающие раскрыть суть основного понятия.
4. Сгруппируйте факты в логической последовательности.
5. Дайте название выделенным группам.
6. Заполните схему данными.

Алгоритм составления конспекта:

Определите цель составления конспекта.

Читая изучаемый материал, подразделяйте его на основные смысловые части, выделяйте главные мысли, выводы.

Если составляется план-конспект, сформулируйте его пункты и определите, что именно следует включить в план-конспект для раскрытия каждого из них.

Наиболее существенные положения изучаемого материала (тезисы) последовательно и кратко излагайте своими словами или приводите в виде цитат.

В конспект включаются не только основные положения, но и обосновывающие их выводы, конкретные факты и примеры (без подробного описания).

Составляя конспект, можно отдельные слова и целые предложения писать сокращенно, выписывать только ключевые слова, вместо цитирования делать лишь ссылки на страницы конспектируемой работы, применять условные обозначения.

Чтобы форма конспекта как можно более наглядно отражала его содержание, располагайте абзацы «ступеньками» подобно пунктам и подпунктам плана, применяйте разнообразные способы подчеркивания, используйте карандаши и ручки разного цвета.

Используйте реферативный способ изложения (например: «Автор считает...», «раскрывает...»).

Собственные комментарии, вопросы, раздумья располагайте на полях.

Правила конспектирования:

Для грамотного написания конспекта необходимо:

1. Записать название конспектируемого произведения (или его части) и его выходные данные.
2. Осмыслить основное содержание текста, дважды прочитав его.
3. Составить план – основу конспекта.
4. Конспектируя, оставить место (широкие поля) для дополнений, заметок, записи незнакомых терминов и имен, требующих разъяснений.
5. Помнить, что в конспекте отдельные фразы и даже отдельные слова имеют более важное значение, чем в подробном изложении.
6. Запись вести своими словами, это способствует лучшему осмыслению текста.
7. Применять определенную систему подчеркивания, сокращений, условных обозначений.
8. Соблюдать правила цитирования - цитату заключать в кавычки, давать ссылку на источник с указанием страницы.
9. Научитесь пользоваться цветом для выделения тех или иных информативных узлов в тексте. У каждого цвета должно быть строго однозначное, заранее предусмотренное назначение. Например, если вы пользуетесь синими чернилами для записи конспекта, то: красным цветом - подчеркивайте названия тем, пишите наиболее важные формулы; черным - подчеркивайте заголовки подтем, параграфов, и т.д.; зеленым - делайте выписки цитат, нумеруйте формулы и т.д. Для выделения большей части текста используется отчеркивание.
10. Учитесь классифицировать знания, т.е. распределять их по группам, параграфам, главам и т.д. Для распределения можно пользоваться буквенными обозначениями, русскими или латинскими, а также цифрами, а можно их совмещать.

При конспектировании нужно пользоваться оформительскими средствами:

1. Делать в тексте конспекта подчёркивания.
2. На полях тетради отчёркивания «например, вертикальные».
3. Заключать основные понятия, законы, правила и т. п. в рамки.
4. Пользоваться при записи различными цветами.
5. Писать разными шрифтами.
6. Страницы тетради для конспектов можно пронумеровать и сделать оглавление.