



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и
электроники

_____ Р.В. Ахметова

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.06.09Обработка результатов физического эксперимента

Направление подготовки _____ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(и)
(профиль(и)) _____ Электромеханические комплексы и системы

Квалификация _____ Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭТКС	к.т.н., доцент	Литвиненко Р.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	_____ Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Павлов П.П.
Согласована	ЭТКС	17.05.2023	Протокол №29	_____ Зав. кафедрой ЭТКС, к.т.н., доцент Павлов П.П.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №8	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	Протокол №9	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Обработка результатов физического эксперимента» является формирование у обучающихся системных представлений об основах современной теории инженерного эксперимента, а также приобретение способности самостоятельно выполнять экспериментальные исследования.

Задачами дисциплины являются:

научить бакалавра умению использовать теоретические положения и современные методы планирования и обработки результатов эксперимента при проведении научных исследований ЭМК и С;

формирование практических навыков проведения исследований результатов полученных в ходе эксперимента.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способен участвовать в проектировании электромеханических комплексов и систем	ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений
	ПК-2.2 Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромеханических комплексов и систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Математика. Введение в инженерную деятельность. Метрология, стандартизация и сертификация

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
				8	
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108		108	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	32		32	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,66	24		24	
Лекции	0,33	12		12	
Практические (семинарские) занятия	0,33	12		12	
Лабораторные работы					
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,34	84		84	
Проработка учебного материала	2,34	84		84	
Промежуточная аттестация:				3	

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			5	
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	27	27	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,39	14	14	
Лекции	0,22	8	8	
Практические (семинарские) занятия	0,17	6	6	
Лабораторные работы				
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,61	94	94	
Проработка учебного материала	2,5	90	90	
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации	0,11	4	4	
Промежуточная аттестация:			3	

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Основы теории эксперимента. Погрешности измерений	18	4		4	28	ТК1	ПК-2.13
Раздел 2. Метод наименьших квадратов	28	4		4	28	ТК2	ПК-2.1 3,У ПК-2.2 3,У
Раздел 3. Корреляционно-регрессионный и дисперсионный анализы данных. Виды и принципы применения	16	4		4	28	ТК3	ПК-2.1 3,У,В ПК-2.2 3,У,В
Зачет						ОМ	ПК-2.1+ ПК-2.2
ИТОГО	108	12		12	84		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы теории эксперимента. Погрешности измерений.

Лекция 1.1. Виды физических измерений. Погрешность прямых измерений

Лекция 1.2. Погрешность косвенных измерений.

Раздел 2. Метод наименьших квадратов.

Лекция 2.1. Общие принципы метода наименьших квадратов.

Лекция 2.2. Методика оценки параметров линейной зависимости МНК. Погрешности измерений, проверка адекватности математической модели.

Раздел 3. Корреляционно-регрессионный и дисперсионный анализы данных. Виды и принципы применения.

Лекция 3.1. Дисперсионный анализ экспериментальных данных.

Лекция 3.2. Корреляционно-регрессионный анализ экспериментальных данных.

3.4. Тематический план практических занятий

Практическое занятие 1. Обработка результатов прямых измерений.

Практическое занятие 2. Обработка результатов косвенных измерений

Практическое занятие 3. Оценка параметров линейной зависимости МНК. Вычисление коэффициента корреляции.

Практическое занятие 4. Оценка параметров линейной зависимости МНК с весами. Проверка адекватности модели.

Практическое занятие 5. Одно- и двухфакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных.

Практическое занятие 6. Корреляционный анализ данных. Проверка линейности и построение линейного отношения.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно			
зачтено			не зачтено			

ПК-2	ПК-2.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	знать:				
		основные приемы организации инженерного эксперимента и статистические методы обработки результатов эксперимента	Свободно и в полном объеме знает основы организации и планирования эксперимента; методы обработки экспериментальных данных	Свободно и в полном объеме знает основы организации и планирования эксперимента; допускает ошибки в вопросах обработки экспериментальных данных	Плохо знает основы организации и планирования эксперимента; допускает грубые ошибки в вопросах обработки экспериментальных данных	Не знает основы организации и планирования эксперимента; методы обработки экспериментальных данных
		уметь:				
		осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента с использованием компьютерных математических приложений	Свободно осуществляет статистическую обработку результатов эксперимента с использованием компьютерных математических приложений	Умеет осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента	Слабо ориентируется и обработке результатов эксперимента, допускает ошибки	Не умеет осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента с использованием компьютерных математических приложений
		владеть:				
		навыками использования математических пакетов программ для проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования эксперимента	Владеет в полной мере навыками использования математических пакетов программ для проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа	Владеет навыками проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования эксперимента	Слабо владеет навыками проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования эксперимента. Допускает ошибки	Не владеет навыками проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования эксперимента.

			онного анализа, и планирования эксперимента			
ПК-2	ПК-2.2 Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромеханических комплексов и систем	Знать:				
		Методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели	Свободно и в полном объеме знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели	Свободно и в полном объеме знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели, допускает ошибки в вопросах обработки экспериментальных данных	Плохо знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели	Не знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели
		Уметь:				
		Проводить оценку погрешностей физического эксперимента	Свободно проводит оценку погрешностей физического эксперимента	Умеет проводить оценку погрешностей физического эксперимента	Слабо ориентируется в процедуре оценки погрешностей физического эксперимента	Не умеет проводить оценку погрешностей физического эксперимента
Владеть:						
Современными методами обработки экспериментальных данных с использованием программных продуктов	Владеет методами обработки экспериментальных данных с использованием	Владеет методами обработки экспериментальных данных с использованием	Слабо владеет навыками методами обработки экспериментальных данных с	Не владеет методами обработки экспериментальных данных с использованием		

			программных продуктов	программных продуктов, допускает ошибки	использова нием программ ных продуктов	анием программ ных продуктов
--	--	--	--------------------------	--	--	---------------------------------------

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Афанасьева, Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: учебное пособие / Н.Ю.Афанасьева. – Москва: КноРус, 2022. – 330 с. – ISBN 978-5-406-10083-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/944618>. – Текст: электронный.

2. Старовиков, М.И. Введение в экспериментальную физику: учебное пособие / М.И.Старовиков. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-0862-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210155>.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие / Б.А.Семенов. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 400 с. – ISBN 978-5-8114-1392-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211124>.

2. Кацко, И.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / И.А.Кацко, П.С.Бондаренко, Г.В.Горелова. – Москва: КноРус, 2020. – 800 с. ISBN 978-5-406-07929-4. – Текст: электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/938537>.

3. Пен, Р.З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов / Р.З. Пен, В.Р.Пен. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 308 с. – ISBN 978-5-507-45300-98. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/26239>.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Курс Moodle	http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=2984

5.2.2. Профессиональные базы данных /Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Университетская информационная система Россия	uisrussia.msu.ru	uisrussia.msu.ru
3	Европейское патентное ведомство	ep.espacenet.com	ep.espacenet.com
4	Патентная база USPTO	patft.uspto.gov	patft.uspto.gov

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
2	Simulink Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Графическая среда имитационного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
4	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
5	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Б-112, Б-110	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются

следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа

милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;
- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф.реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	№4, ОМ	12.III.2 024	Увеличено количество тем для собеседования по 1, 2 и 3 разделам до 15.	П.П.Павлов	Р.В.Ахметова

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Обработка результатов физического эксперимента

Направление подготовки _____ 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация _____ Бакалавр

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 5 (Экзамен)

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. «Основы теории эксперимента. Погрешности измерений»	ТК1	10	0-15					10-25	15-30
Собеседование (Сбс)		4							
Практическое задание (ПЗ)		6							
Раздел 2. «Метод наименьших квадратов»	ТК2			14	0-15			14-29	15-30
Собеседование (Сбс)				8					
Практическое задание (ПЗ)				6					
Раздел 3. «Методы повышения надежности ЭМК и С»	ТК3					25	0-15	25-40	20-30
Собеседование (Сбс)						8			
Практическое задание (ПЗ)						17			
Промежуточная аттестация (зачет)	ОМ								0-45
В письменной форме по билетам									0-45

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						

			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			
ПК-2	ПК-2.1Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкуретосп особные варианты технических решений	знать:				
		основные приемы организации инженерного эксперимента и статистические методы обработки результатов эксперимента	Свободно и в полном объеме знает основы организации и планирования эксперимента; методы обработки экспериментальных данных	Свободно и в полном объеме знает основы организации и планирования эксперимента; допускает ошибки в вопросах обработки экспериментальных данных	Плохо знает основы организации и планирования эксперимента; допускает грубые ошибки в вопросах обработки экспериментальных данных	Не знает основы организации и планирования эксперимента; методы обработки экспериментальных данных
		уметь:				
		осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента с использованием компьютерных математических приложений	Свободно осуществляет статистическую обработку результатов эксперимента с использованием компьютерных математических приложений	Умеет осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента	Слабо ориентируется и обработке результатов в эксперимента, допускает ошибки	Не умеет осуществлять статистическую обработку результатов эксперимента с использованием компьютерных математических приложений
		владеть:				
		навыками использования математических пакетов программ для проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования эксперимента	Владеет в полной мере навыками использования математических пакетов программ для проведения	Владеет навыками проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования	Слабо владеет навыками проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования	Не владеет навыками проведения дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования

			дисперсионного, регрессионного, корреляционного анализа, и планирования эксперимента	эксперимента	ния эксперимента. Допускает ошибки	ния эксперимента.
ПК-2	ПК-2.2 Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромеханических комплексов и систем	Знать:				
		Методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели	Свободно и в полном объеме знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели	Свободно и в полном объеме знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели, допускает ошибки в вопросах обработки экспериментальных данных	Плохо знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели	Не знает методику построения математических моделей данных физического эксперимента и способы проверки их адекватности физической модели
		Уметь:				
		Проводить оценку погрешностей физического эксперимента	Свободно проводит оценку погрешностей физического эксперимента	Умеет проводить оценку погрешностей физического эксперимента	Слабо ориентируется в процедуре оценки погрешностей физического эксперимента	Не умеет проводить оценку погрешностей физического эксперимента
		Владеть:				
Современными методами обработки	Владеет методами обработки	Владеет методами обработки	Слабо владеет навыками	Не владеет методами		

		экспериментальных данных с использованием программных продуктов	экспериментальных данных с использованием программных продуктов	экспериментальных данных с использованием программных продуктов, допускает ошибки	методами обработки экспериментальных данных с использованием программных продуктов	обработки экспериментальных данных с использованием программных продуктов
--	--	---	---	---	--	---

Оценка «зачтено» выставляется, если студент по результатам текущего контроля набрал в течение семестра более 35 баллов.

Оценка «незачтено» выставляется, если студент по результатам текущего контроля набрал в течение семестра менее 35 баллов.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: **ПК-2** Способен участвовать в проектировании электромеханических комплексов и систем. **ПК-2.1** Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений.

Собеседование (Сбс)

Темы:

1. Понятия физического эксперимента.
2. Виды измерений физических величин.

3. Случайные погрешности измерений.
4. Систематические погрешности измерений.
5. Оценка результатов прямых измерений, их погрешности.
6. Оценка результатов косвенных измерений, их погрешности.
7. Понятие о совместных измерениях.
8. Распределение случайных погрешностей прямых измерений.
9. Округление результатов физических измерений.
10. Понятие веса измерений.
11. Истинное значение физической величины.
12. Пути снижения погрешности измерений.
13. Методические погрешности измерений физических величин.
14. Погрешности приборов для измерения физических величин.
15. Понятие о погрешности серии измерений физической величины.

Практическое занятие 1. Обработка результатов прямых измерений.

Задание. Провести обработку результатов прямых измерений в соответствии с вариантом.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	14.12	20.55	19.12	28.03	45.06	32.79	27.34	29.26	36.2	34.66
2.	13.64	18.45	18.46	30.66	40.01	32.72	30.13	30.31	41.54	37.4
3.	14.05	19.28	15.27	23.93	38.82	33.04	30.71	26.61	42.3	38.45
4.	13.1	19.85	17.22	26.04	38.96	32.81	32.77	28.58	36.51	40.99
5.	11.63	17.96	19.55	28.19	45.84	32.62	31.05	24.47	38.06	38.36
6.	15.09	18.7	16.52	27.47	38.42	31.75	27.08	29.63	38.6	34.12
7.	14.76	18.41	13.95	27.49	37.62	31.91	27.67	34.21	39.55	38.93
8.	16.11	19.07	14.88	28.3	44.19	32.68	34.07	26.19	38.91	40.14
9.	19.38	16.81	15.01	29.06	39.42	32.79	31.25	31.44	37.55	41.42
10.	16.62	16.26	16.22	29.33	43.89	32.36	30	28.61	38.23	44.01
11.	16.97	25.62	17.09	29.24	44.32	31.79	28.56	25.54	36.35	37.11
12.	16.72	17.28	16.11	27.65	43.82	31.84	28.27	31.24	39.95	39.43
13.	16.83	14.8	16.5	25.27	42.51	32.14	27.23	29.9	36.37	35.31
14.	16.35	19.9	17.81	28.16	41.82	32.86	28.21	26.27	37.45	30.95
15.	12.91	17.02	17.33	26.62	43.11	33.96	31.9	23.01	39.19	43.69
16.	15.14	14.99	17.61	24.84	42.87	32.07	31.61	26.03	37.46	37.59
17.	13.49	15.41	15.27	32.29	41.4	32.56	31.29	24.89	39.17	33.41
18.	16.39	17.95	15.34	23.91	40.42	32.56	28.2	27.78	36.46	33.93
19.	14.64	18.08	15.34	22.77	43.03	33.89	29.3	25.87	38.85	39.7
20.	13.71	18.66	16.39	27.97	42.53	33.48	32.73	27.16	38.22	40.6
21.		19.23	15.03	23.43	38.73	29.71	30.04	31.94	39.06	36.16
22.		18.6	12.74	25.97		32.66	29.44	31.49	44.54	44.08
23.		16.29	18.91			31.56	29.22	27.97	38.78	40.84
24.		13.96	18.19			31.53	30.67	23.43	37.55	43.02
25.			17.21			32.09	30.84	31.09	42.21	40.5
26.							29.87	20.61	43.31	35.07
27.									34.45	42.08
28.									42.99	35.37
29.									35.39	38.91

Определите оценку и погрешность измерений (с точностью до 5 значащих цифр после запятой), провести округление результатов прямых измерений.

Практическое занятие 2. Обработка результатов косвенных измерений.

Задание. Провести обработку результатов косвенных измерений в соответствии с вариантом

Вариант 1.				Вариант 2.			
X	Y	Z		X	Y	Z	
9.259	20.55	16.34	$u = 4x^2\sqrt{y} + 2z$	11.99	22.17	17.49	$u = \frac{2x^2}{yz} + 2$
9.706	20.26	15.62		12.02	24.04	17.2	
11.12	20.85	15.44		12.19	21.62	17.36	
10.63	22.12	18.44		12.34	19.56	15.96	
10.28	21.2	15.77		12.17	20.31	16.01	
11.06	21.56	14.98		11.52	20.41	16.01	
11.46	21.81	16.61		10.87	21.38	16.63	
11.18	20.98	15.69		12.99	22.07	15.82	
11.01	21.31	15.04		12.68	21.29	14.44	
10.54	21.18	15.17		11.19	21.6	18.15	

Вариант 3.				Вариант 4.			
X	Y	Z		X	Y	Z	
12.14	24.54	17.99	$u = \frac{z}{y^2} + 3x^2$	13.22	23.97	18.78	$u = \frac{xy^2}{3} + \frac{yz}{2}$
12.36	20.52	16.08		13.17	23.74	19.76	
12.58	19.97	15.87		12.88	22.71	18.06	
12.65	22.46	17.56		12.68	22.9	18.51	
12.63	20.29	16.34		13.21	23.82	18.5	
12.18	21.51	17.49		13.11	23.95	19.7	
11.51	23.05	17.6		12.35	23.43	19.33	
12.33	21.32	17.47		13.55	22.75	15.94	
11.89	20.91	17.13		13.5	22.81	18.6	
11.4	20.96	16.95		13.73	23.16	17.6	

Определите оценку и погрешность измерений (с точностью до 5 значащих цифр после запятой), провести округление результатов косвенных измерений.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: **ПК-2** Способен участвовать в проектировании электромеханических комплексов и систем. **ПК-2.1** Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений. **ПК-2.2** Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромеханических комплексов и систем

Собеседование (СбС)

Темы:

1. Суть обобщенного метода наименьших квадратов (МНК)
2. Особенность оценок, получаемых с помощью МНК
3. Допущения при использовании МНК.
4. Аппроксимация зависимостей МНК.
5. Проверка адекватности математической модели, параметры которой были получены с использованием МНК.
6. Коэффициент корреляции.
7. Статистика Пирсона.
8. Метод наименьших квадратов с весами.
9. Качество оценок МНК линейной множественной регрессии.
10. Двухшаговый и трехшаговый МНК.
11. Вывод формул для оценки коэффициентов линейной зависимости методом наименьших квадратов.

12. Вывод формул для оценки погрешностей коэффициентов линейной зависимости методом наименьших квадратов.
13. Использование МНК при решении практических задач.
14. Условия и допущения при использовании МНК с весами.
15. Корреляционно-регрессионных анализ.

**Практическое занятие 3. Оценка параметров линейной зависимости МНК.
Вычисление коэффициента корреляции.**

Задание. Методом наименьших квадратов провести аппроксимацию линейной зависимости физических величин, в соответствии с вариантом, оценить параметры и погрешности линейной зависимости. Осуществить проверку адекватности модельных данных экспериментальным графически и определить коэффициент корреляции.

Вариант 1. X= 11,4 11,51 11,89 12,14 12,18
Y= 19,97 20,29 20,52 20,91 20,96

Вариант 2.

X=17,55 18,53 18,76 18,82 19,48
Y=25,4326,13 27,43 27,75 28,04

Вариант 3.

X= 20,5 21,75 22,22 22,42 22,54
Y= 29,04 29,35 30,66 31,28 31,88

Практическое занятие 4. Оценка параметров линейной зависимости МНК с весами. Проверка адекватности модели.

Задание. Методом наименьших квадратов провести аппроксимацию линейной зависимости физических величин с учетом погрешности Y, в соответствии с вариантом, оценить параметры и погрешности линейной зависимости. Осуществить проверку адекватности модельных данных экспериментальным графически и определить статистику хи-квадрат.

Вариант 1.					
№п.п.	Y				X
1.	4.99	5.016	5.132	5.246	23.55
2.	5.34	4.484	4.794	4.837	23.92
3.	6.241	6.531	6.202	6.335	24.7
4.	6.447	6.448	6.796	6.343	24.78
5.	6.997	7.037	7.061	7.639	25.21
6.	8.219	8.88	7.676	8.276	25.62
7.	8.73	7.974	7.879	8.712	25.87
8.	5.886	6.308	6.738	6.593	26.94

Вариант 2.					
№п.п.	Y				X
1.	8.342	8.396	8.179	7.894	23.36
2.	8.422	8.568	8.932	9.479	24.51
3.	9.034	9.282	9.279	9.946	25.19
4.	10.24	8.353	9.831	9.28	25
5.	9.763	10.04	9.651	10.17	25.42
6.	10.06	11.45	9.137	10.94	25.95
7.	12.09	11.54	11.59	10.51	26.38
8.	10.71	11.73	12.24	12.08	26.8

Вариант 3.					
№п.п.	Y				X
1.	10.12	9.658	9.193	10.71	25.24
2.	10.99	9.922	10.57	11.35	26.02
3.	10.84	9.984	10.29	10.34	26.16
4.	11.24	11.53	11.2	11.33	27.27
5.	12.27	12.11	12.2	11.42	27.63
6.	11.95	11.95	12.3	11.84	27.85
7.	11.58	13.64	13.4	13.07	27.91
8.	13	13.04	13.06	13.64	28.29

Вариант 4.					
№п.п.	Y				X
1.	11.3	12.15	10.81	11.69	26.05
2.	12.22	12.88	11.68	12.28	26.54
3.	13.27	11.59	13.15	11.98	26.7
4.	13.23	12.47	12.38	13.21	26.99
5.	12.54	13.44	13.71	14.23	27.22
6.	13.39	13.81	14.24	14.09	27.85
7.	14.6	14.76	14.91	14.97	28.17
8.	15.45	15.13	14.65	15.23	29.05

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: **ПК-2** С способен участвовать в проектировании электромеханических комплексов и систем. **ПК-2.1** Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений. **ПК-2.2** Обосновывает выбор целесообразного решения при проектировании электромеханических комплексов и систем

Собеседование.

Темы:

1. Суть дисперсионного анализа данных.
2. Виды дисперсионного анализа данных.
3. Функциональная и корреляционная связь между физическими величинами.
4. Линейная корреляционная связь, ее количественный показатель.
5. Оценка достоверности выборочного коэффициента корреляции.
6. Понятие о функциях регрессии.
7. Методика построения уравнения линейной регрессии и оценка ее коэффициентов.
8. Методика построения уравнения множественной линейной регрессии и оценка ее коэффициентов.
9. Процедура пошаговой регрессии.
10. Понятие аппроксимирующей функции, порядок ее получения.
11. Методика построения уравнения квадратической регрессии и оценка ее коэффициентов.
12. Методика построения уравнения логарифмической регрессии и оценка ее коэффициентов.
13. Однофакторный дисперсионный анализ.
14. Многофакторный дисперсионный анализ.
15. Понятие о парном, частном и множественном коэффициенте корреляции.

Практическое занятие 5. Одно- и двухфакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных.

Задание 1. Провести однофакторный дисперсионный анализ данных представленных в табл. Уровень значимости $\alpha=0,05$

Номер эксперимента (i)	Уровни фактора A_i			
	A_1	A_2	A_3	A_4
1	66.848	63.393	67.481	69.99
2	67.619	62.621	58.123	71.35
3	62.829	66.622	61.862	69.724
4	65.959	65.797	66.231	65.516
5	61.628	67.968	69.727	68.252
6	69.617	64.115	64.789	69.171
7	66.719	60.662	68.412	71.515
8	70.636	66.401	64.412	65.69
9	71.515	61.759	68.422	68.919

Задание 2. Провести двухфакторный дисперсионный анализ представленных в табл. Уровень значимости $\alpha=0,05$.

В	А								
	А ₁			А ₂			А ₃		
В ₁	5	5.1	5.86	6.32	5.95	5.76	6.09	6.87	6.00
В ₂	5.19	5.53	5.78	5.67	5.55	6.34	6.14	6.95	6.27
В ₃	5.58	5.6	5.99	6.21	6.28	5.87	6.98	6.53	6.58
В ₄	5.35	5.16	5.61	5.80	6.02	6.17	6.11	6.46	6.83

Практическое занятие 6. Корреляционный анализ данных. Проверка линейности и построение линейного отношения.

Задание. Провести корреляционный анализ с использованием корреляционной решетки для данных представленных в таблице ($\alpha=0,01$). Оценить достоверность полученных результатов. Вычислить корреляционное отношение и его оценку.

			W _Y							
			1.25-1.75	1.75-2.25	2.25-2.75	2.75-3.25	3.25-3.75	3.75-4.25	4.25-4.75	4.75-5.25
			1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
W _X	10-14	12	3	1	0	0	0	0	0	0
	14-18	16	2	5	1	0	0	0	0	0
	18-22	20	1	5	11	4	1	0	0	0
	22-26	24	0	1	7	21	9	2	0	0
	26-30	28	0	0	2	5	13	4	1	0
	30-34	32	0	0	0	2	6	7	2	0
	34-38	36	0	0	0	0	1	3	4	1
	38-42	40	0	0	0	0	3	1	2	2
	42-46	44	0	0	0	0	0	2	2	1
	46-50	48	0	0	0	0	0	3	1	1
50-54	52	0	0	0	0	0	0	2	1	

Провести проверку корреляционной связи представленных данных, ее формы и направленности, оценить меру линейности корреляционной связи используя показатель Блэкмена, построить линейное корреляционное уравнение (вне зависимости от результатов проверки)