

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 16:08:14

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Измерения в физическом эксперименте

Закреплена за подразделением Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля

Направление подготовки 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО  
ПРОИЗВОДСТВА

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 40

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.тн, Доцент, Новиков Евгений Александрович*

Рабочая программа

**Измерения в физическом эксперименте**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, 21.05.05-СФП-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля**

Протокол от 25.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Винников В.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель дисциплины: получение студентами знаний и навыков в области теории и практики измерений, проводимых в рамках экспериментальной деятельности производственного и научного характера. Задачи дисциплины:
1.2	- ознакомление с основными фундаментальными понятиями в области измерений и измерительной техники;
1.3	- ознакомление с источниками и классификацией погрешностей измерений, способами их выявления и уменьшения;
1.4	- ознакомление с классификацией, структурой, метрологическими и не метрологическими характеристиками средств измерений;
1.5	- изучение методических вопросов и получение навыков применения элементов теории вероятностей и математической статистики при обработке результатов измерений;
1.6	- изучение методических вопросов и получение навыков подготовки и выполнения измерений;
1.7	- изучение методических вопросов и получение навыков обработки и представления результатов измерений;
1.8	- ознакомление с основными методами планирования многофакторного измерительного эксперимента.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Геомеханические процессы	
2.2.2	Горная геофизика	
2.2.3	Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг	
2.2.4	Неразрушающий контроль и диагностика горношахтного и нефтегазового оборудования	
2.2.5	Физико-химические методы исследования геоматериалов	
2.2.6	Основы механики разрушения	
2.2.7	Физико-технический контроль минерального сырья, продукции и отходов предприятий горной промышленности	
2.2.8	Геомеханическое обеспечение подземного строительства	
2.2.9	Горная теплофизика	
2.2.10	Методы и средства геоконтроля	
2.2.11	Обработка и интерпретация результатов геофизических исследований и неразрушающего контроля	
2.2.12	Радиационный контроль и безопасность технологических процессов в горном деле	
2.2.13	Системы позиционирования и методы дистанционного зондирования Земли	
2.2.14	Электроника и измерительная техника	
2.2.15	Геомеханическое обеспечение горных работ	
2.2.16	Лабораторные методы структурной диагностики геоматериалов	
2.2.17	Моделирование физических процессов горного производства	
2.2.18	Приборы для геофизических исследований	
2.2.19	Управление запасами и качеством минерального сырья	
2.2.20	Аппаратурное обеспечение геомеханических измерений	
2.2.21	Взрывное разрушение горных пород	
2.2.22	Геофизические исследования скважин	
2.2.23	Измерение быстротекающих процессов	
2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.25	Преддипломная практика	
2.2.26	Прикладные аспекты геомеханики	
2.2.27	Программное обеспечение геомеханических расчетов	
2.2.28	Теория и практика георадиолокации	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

**ПК-2:** способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений

<b>Знать:</b>
ПК-2-34 Классификацию, принципы построения, метрологические и не метрологические характеристики средств измерений
<b>ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-34 Элементы теории вероятностей и математической статистики, используемые для обработки и интерпретации экспериментальных данных геоконтроля
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-33 Свойства измерений, характеризующие их качество
ПК-2-35 Цели, задачи, методы планирования экспериментов
<b>ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-33 Базовые положения разработки методик выполнения измерений и контроля
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Методы статистической проверки гипотез
ПК-2-32 Элементы теории вероятностей и математической статистики, используемые для обработки и интерпретации экспериментальных данных геоконтроля
<b>ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-32 Методические подходы к проведению и интерпретации результатов измерений, в том числе необходимых для безопасного ведения горных работ
ПК-3-31 Методы статистической проверки гипотез
<b>ПК-1: готовность демонстрировать владение физико-техническими методами и средствами получения информации о характеристиках минерального сырья и готовой продукции, об объектах и процессах горного производства, необходимой для эффективного и безопасного ведения горных работ, строительства и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1-34 Теоретические основы получения измерительной информации о свойствах, структуре и состоянии горных пород и параметрах воздействующих на них различных физических полей
ПК-1-31 Характеристики эксперимента как метода научного познания
ПК-1-32 Основные фундаментальные понятия в области получения измерительной информации
ПК-1-33 Принципы и правила постановки измерительных задач, в том числе в условиях неопределённости
ПК-1-35 Базовые положения методов получения измерительной информации об объектах и процессах горного производства
ПК-1-37 Цели, задачи, методы планирования экспериментов
ПК-1-36 Методические подходы к проведению и интерпретации результатов измерений, в том числе необходимых для безопасного ведения горных работ

<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У6 Планировать измерительные эксперименты
ПК-2-У4 Осуществлять постановку измерительных задач при изучении свойств, структуры и состояния горных пород и параметров воздействующих на них физических полей
ПК-2-У5 Обосновывать выбор конкретных методов и средств, необходимых для получения измерительной информации об объектах и процессах горного производства
<b>ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У4 Обосновывать выбор конкретных методов и средств, необходимых для получения измерительной информации об объектах и процессах горного производства
ПК-3-У5 Разрабатывать методики измерений параметров, характеризующих объекты и процессы горного производства
ПК-3-У3 Осуществлять постановку измерительных задач при изучении свойств, структуры и состояния горных пород и параметров воздействующих на них физических полей
ПК-3-У1 Выбирать наиболее эффективные средства для получения измерительной информации
ПК-3-У2 Анализировать подлежащие измерениям объекты и процессы горного производства для постановки соответствующих измерительных задач
<b>ПК-1: готовность демонстрировать владение физико-техническими методами и средствами получения информации о характеристиках минерального сырья и готовой продукции, об объектах и процессах горного производства, необходимой для эффективного и безопасного ведения горных работ, строительства и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У2 Выбирать наиболее эффективные средства для получения измерительной информации
ПК-1-У1 Оценивать потенциальные возможности, достоинства и недостатки различных экспериментальных методов получения измерительной информации
ПК-1-У3 Анализировать подлежащие измерениям объекты и процессы горного производства для постановки соответствующих измерительных задач
ПК-1-У5 Обосновывать выбор конкретных методов и средств, необходимых для получения измерительной информации об объектах и процессах горного производства
ПК-1-У4 Осуществлять постановку измерительных задач при изучении свойств, структуры и состояния горных пород и параметров воздействующих на них физических полей
ПК-1-У6 Разрабатывать методики измерений параметров, характеризующих объекты и процессы горного производства
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У3 Оценивать качество результатов измерений
ПК-2-У2 Представлять результаты измерений в форме наиболее эффективной для их восприятия и использования
ПК-2-У1 Строить корреляционные зависимости между факторами и откликами и оценивать тесноту установленных корреляционных связей
<b>ПК-3: готовность проводить измерения, регламентируемые правилами безопасности, интерпретировать результаты измерений, контроля и мониторинга и на этой основе давать рекомендации технологическим службам и отделам безопасности предприятий, а также проводить экспертизу состояния соответствующих объектов с учетом требований</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Методиками проверки статистических гипотез с использованием параметрических и непараметрических критериев
ПК-3-В3 Методами обработки измерительной информации об объектах и процессах горного производства

ПК-3-В2	Принципами и правилами разработки и применения методик выполнения измерений при изучении свойств, структуры и состояния горных пород и параметров воздействующих на них физических полей
<b>ПК-1: готовность демонстрировать владение физико-техническими методами и средствами получения информации о характеристиках минерального сырья и готовой продукции, об объектах и процессах горного производства, необходимой для эффективного и безопасного ведения горных работ, строительства и эксплуатации подземных сооружений</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В1	Методами получения и повышения качества измерительной информации об объектах и процессах горного производства
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-2-В3	Методами обработки измерительной информации об объектах и процессах горного производства
ПК-2-В4	Приёмами и подходами, используемыми при обработке и представлении результатов измерений и контроля
ПК-2-В1	Методами количественного оценивания физических величин с использованием эмпирических шкал
ПК-2-В2	Методиками проверки статистических гипотез с использованием параметрических и непараметрических критериев
ПК-2-В5	Методами аппроксимации экспериментальных данных
<b>ПК-1: готовность демонстрировать владение физико-техническими методами и средствами получения информации о характеристиках минерального сырья и готовой продукции, об объектах и процессах горного производства, необходимой для эффективного и безопасного ведения горных работ, строительства и эксплуатации подземных сооружений</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1-В3	Методами выявления, оценки и уменьшения погрешностей измерений различной природы
ПК-1-В2	Принципами и правилами разработки и применения методик выполнения измерений при изучении свойств, структуры и состояния горных пород и параметров воздействующих на них физических полей
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-2-В6	Методами установления корреляционных зависимостей, используемых для решения прогнозных задач контроля и мониторинга геосреды
ПК-2-В7	Методами планирования многофакторного измерительного эксперимента

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Основные понятия в области измерений</b>							

1.1	Введение. Физический эксперимент как источник измерительной информации. Физические величины и их единицы. Измерение физических величин, уравнение и свойства измерений. Количественное оценивание физических величин с использованием эмпирических шкал. Взаимосвязь понятий измерение, контроль и диагностика. Классификация измерений. Погрешности измерений и их классификация. Принцип, метод, алгоритм и методика измерений. Измерение как информационный процесс. Средства измерений (СИ), их классификация, метрологические и не метрологические характеристики. Классы точности СИ /Лек/	6	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У5 ПК-2-33 ПК-2-34 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
1.2	Классы точности и погрешности средств измерений /Пр/	6	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-У2 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-2-33 ПК-2-34 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-3-У1 ПК-3-У3 ПК-3-У4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3			
1.3	Основные понятия в области измерений (работа с научной и учебной литературой). Ревизия и самостоятельное закрепление пройденного на лекциях материала /Ср/	6	9	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-34 ПК-1-35 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У5 ПК-2-33 ПК-2-34 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
	<b>Раздел 2. Элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений</b>							

2.1	Случайные события и вероятность, принцип игнорирования маловероятных событий. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин. Многомерные случайные величины. Выборочный метод в математической статистике. Точечные и интервальные оценки параметров распределения. Статистическая проверка гипотез с использованием параметрических и непараметрических критериев. Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей. /Лек/	6	8	ПК-2-31 ПК-2-В2 ПК-2-В5 ПК-2-В6 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-34	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
2.2	Основные понятия теории вероятностей. Случайные события и вероятность. Законы распределения случайной величины. Дисперсия, математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение. Проверка гипотез о законе распределения дискретных и непрерывных случайных величин. /Пр/	6	10	ПК-1-36 ПК-1-У1 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У3 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-2-В2 ПК-2-В3 ПК-2-В4 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-В1 ПК-3-В3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3		КМ3	Р3
2.3	Элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений (работа с научной и учебной литературой; выполнение элементов расчетно-графической работы Новиков Е.А., Шкуратник В.Л. Измерения в физическом эксперименте: Методические указания по подготовке расчетно-графической работы. -М.: МГТУ, 2014. - 47 с.). Ревизия и самостоятельное закрепление пройденного на лекциях материала /Ср/	6	14	ПК-2-31 ПК-2-В2 ПК-2-В5 ПК-2-В6 ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-34	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
	<b>Раздел 3. Методические вопросы подготовки и выполнения измерений</b>							



3.1	Постановка измерительной задачи. Обеспечение необходимых условий для измерений. Выбор метода измерений. Выбор и опробование средств измерений средств измерений. Выбор числа измерений. Подготовка оператора для проведения измерений. Разработка методики выполнения измерений. Правила выполнения измерений. /Лек/	6	8	ПК-1-33 ПК-1-36 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-В2 ПК-2-32 ПК-2-33	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
3.2	Расчет необходимого числа измерений. Разработка и обоснование методики выполнения измерений для решения конкретной задачи. Предельная ошибка и размер выборки. /Пр/	6	4	ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-В1 ПК-2-У4 ПК-2-У5 ПК-3-33 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4 ПК-3-У5 ПК-3-В2	Л1.1Л3.1 Л3.2 Л3.3		КМ1	Р6
3.3	Методические вопросы подготовки и выполнения измерений (работа с научной и учебной литературой). Ревизия и самостоятельное закрепление пройденного на лекциях материала /Ср/	6	8	ПК-1-33 ПК-1-36 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-У4 ПК-1-У5 ПК-1-У6 ПК-1-В2 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
	<b>Раздел 4. Обработка и представление результатов измерительного эксперимента</b>							
4.1	Обработка и представление результатов измерений. Задачи обработки результатов измерений. Предварительная обработка результатов измерений и сглаживание экспериментальных данных. Обработка результатов прямых однократных и многократных измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов совокупных и совместных измерений. Обработка результатов нескольких групп измерений. Формы и правила представления результатов измерений. /Лек/	6	10	ПК-1-36 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В3 ПК-2-В4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8		КМ1	

4.2	Алгоритмы обработки экспериментальных данных (результаты прямых и косвенных, равноточных и не равноточных измерений), распределенных по различным законам. Построение доверительных интервалов. Обнаружение грубых погрешностей. Сглаживание экспериментальных данных. Формы представления результатов измерений. Корреляционный и регрессионный анализ. Основные понятия и типовые задачи /Пр/	6	14	ПК-1-36 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В3 ПК-2-В4 ПК-2-В5 ПК-2-В6 ПК-3-32 ПК-3-В3	Л3.1 Л3.2 Л3.3		КМ4	Р4,Р5
4.3	Обработка и представление результатов измерительного эксперимента (работа с научной и учебной литературой; выполнение элементов расчетно-графической работы Новиков Е.А., Шкуратник В.Л. Измерения в физическом эксперименте: Методические указания по подготовке расчетно-графической работы. -М.: МГГУ, 2014. - 47 с.). Ревизия и самостоятельное закрепление пройденного на лекциях материала /Ср/	6	6	ПК-1-36 ПК-1-В1 ПК-1-В3 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В3 ПК-2-В4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
	<b>Раздел 5. Планирование многофакторного измерительного эксперимента</b>							
5.1	Общая характеристика проблемы планирования измерительного эксперимента. Характеристика объектов исследования и задачи планирования эксперимента. Теоретические предпосылки построения математических моделей и критерии оптимальности планов. Предпланирование факторного эксперимента. Планирование, обработка и анализ данных полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Планирование экстремальных экспериментов. /Лек/	6	4	ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-2-35 ПК-2-У6 ПК-2-В7	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
5.2	Планирование многофакторного измерительного эксперимента /Пр/	6	2	ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-2-35 ПК-2-У6 ПК-2-В7	Л1.1Л3.1 Л3.2 Л3.3		КМ1	Р1

5.3	Планирование многофакторного измерительного эксперимента (работа с научной и учебной литературой). Ревизия и самостоятельное закрепление пройденного на лекциях материала /Ср/	6	3	ПК-1-36 ПК-1-37 ПК-2-35 ПК-2-У6 ПК-2-В7	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8			
-----	--	---	---	---	--	--	--	--

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-34;ПК-1-35;ПК-1-36;ПК-1-37;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-У6;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-2-32;ПК-2-31;ПК-2-33;ПК-2-34;ПК-2-35;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В5;ПК-2-В6;ПК-2-В7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правила определения класса точности средства измерения</li> <li>2. Классификация средств измерений. Поверка, калибровка, градуировка</li> <li>3. Измерение физических величин</li> <li>4. Правила подготовки и обработки выборок</li> <li>5. Классификация измерений</li> <li>6. Принцип, метод, алгоритм и методика измерений</li> <li>7. Погрешности измерений и их классификация</li> <li>8. Средства измерений и их классификация</li> <li>9. Метрологические характеристики средств измерений</li> <li>10. Правила обработки результатов измерений с приближенными числами</li> <li>11. Метрологические и не метрологические характеристики средств измерений</li> <li>12. Понятия случайного события и вероятности, принцип игнорирования маловероятных событий</li> <li>13. Дискретные и непрерывные случайные и величины, законы их распределения</li> <li>14. Мода, медиана, математическое ожидание и дисперсия. Физический смысл и применение при обработке результатов измерений</li> <li>15. Нормальный закон распределения случайной величины</li> <li>16. Биномиальный закон распределения случайной величины</li> <li>17. Закон распределения Пуассона</li> <li>18. Геометрический закон распределения случайной величины</li> <li>19. Равномерный закон распределения случайной величины</li> <li>20. Показательный (экспоненциальный) закон распределения случайной величины</li> <li>21. Общие положения статистической проверки гипотез. Проверка гипотезы о среднем значении</li> <li>22. Проверка гипотезы о нормальном законе распределения по критерию Пирсона</li> <li>23. Проверка гипотезы о показательном законе распределения по критерию Пирсона</li> <li>24. Проверка гипотезы о равномерном законе распределения по критерию Пирсона</li> <li>25. Проверка гипотезы о биномиальном законе распределения по критерию Пирсона</li> <li>26. Интервальные оценки параметров распределения</li> <li>27. Критерии Фишера, Стьюдента</li> <li>28. Аппроксимация и интерполяция экспериментальных данных</li> <li>29. Определения вида однофакторной зависимости методом контура и методом медианных центров</li> <li>30. Линейная регрессия и корреляция. Метод наименьших квадратов</li> <li>31. Постановка измерительной задачи. Выбор метода</li> </ol>

			<p>измерений. Обеспечение необходимых условий для измерений</p> <p>32. Утверждение типа средств измерений. Процедура и назначение</p> <p>33. Построение, изложение, оформление и содержание документов на методики (методы) измерений</p> <p>34. Выбор и опробование средств измерений</p> <p>35. Выбор числа измерений, размера выборки</p> <p>36. Подходы к устранению систематических погрешностей</p> <p>37. Разработка методики проведения измерений</p> <p>38. Средняя и предельная ошибки случайной выборки при повторном и бесповторном отборе</p> <p>39. Общие положения обработки результатов измерений</p> <p>40. Способы выражения неопределенности результатов измерений</p> <p>41. Источники неопределенности при измерениях результатов измерений</p> <p>42. Обработка результатов прямых измерений</p> <p>43. Обработка результатов косвенных измерений</p> <p>44. Представление результатов измерительного эксперимента, предназначенного для получения значений физических параметров</p> <p>45. Представление результатов измерительного эксперимента, предназначенного для получения зависимостей физических величин</p> <p>46. Выявление и исключение грубых погрешностей в выборке</p> <p>47. Преимущества и недостатки различных способов представления экспериментальных данных</p> <p>48. Неопределенность результатов измерений. Понятийный смысл и способы оценки</p> <p>49. Построение доверительных интервалов</p> <p>50. Проверка гипотезы о наличии корреляционной связи</p> <p>51. Оценка коэффициентов регрессии на примере линейной зависимости между двумя параметрами</p> <p>52. Обработка результатов и оценка погрешностей прямых измерений</p> <p>53. Обработка результатов и оценка погрешностей косвенных измерений</p> <p>54. Сравнение выборочных средних значений</p> <p>55. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение</p>
--	--	--	---

КМ2	Контрольная работа в форме набора тестовых и расчетных заданий	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-34;ПК-1-35;ПК-1-У2;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-В1;ПК-1-В3;ПК-2-33;ПК-2-34;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение прямого измерения: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>2. Какой из физических принципов реализован в термоэлектрических термопарах: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>3. Коэффициент чувствительности полупроводникового тензоэлемента равен 200. Уравнение зависимости изменения сопротивления от деформации тензорезистора выглядит следующим образом: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>4. Какая из перечисленных погрешностей не относится к методической: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>5. Для сравнения точности результатов различных измерений служит ... погрешность: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>6. Какой из приведенных графиков описывает полосу аддитивной погрешности: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>7. Какая из метрологических характеристик устанавливает связь между информативным параметром входного сигнала X и информативным параметром выходного сигнала Y: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>8. Назовите характеристику средства измерения не являющуюся метрологической: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>9. Класс точности средства измерений есть его обобщенная характеристика, определяемая пределами ... погрешности: [выбрать из предложенных вариантов]</li> <li>10. Определить динамический диапазон стрелочного прибора класса точности 1, в случае измерения тока с погрешностью <math>\pm 3\%</math></li> <li>11. Определить динамический диапазон стрелочного прибора класса точности 1, в случае измерения тока с погрешностью <math>\pm 10\%</math></li> <li>12. Аналоговым вольтметром класса точности 0,5 и диапазоном измерения 0-3 В в нормальных условиях измерено напряжение постоянного тока 2 В. Определить, чему равна относительная погрешность этого результата измерения</li> <li>13. Класс точности прибора 0,5. Динамический диапазон равен 3. Определить, чему равна приведенная погрешность</li> <li>14. Относительная погрешность измерения тока не должна превышать 1 %. Определить класс точности миллиамперметра с конечным значением шкалы 0,5 мА для измерения тока 0,1-0,5 мА</li> <li>15. При включении генератор вырабатывает напряжение 1 В. На сколько децибел нужно уменьшить это значение, если для эксперимента необходимо генерировать напряжение 0,5 В</li> <li>16. Напряжение понизилось в 10 раз. Определить, скольким дБ это соответствует</li> <li>17. В кабине машиниста одновременно шумят 2 источника одинаковой интенсивности. Интенсивность каждого 70 дБ. Определить, чему равна суммарная интенсивность обоих источников</li> </ol>
-----	--	---	--

КМЗ	Контрольная работа в форме набора тестовых и расчетных заданий	ПК-1-36;ПК-1-У1;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4	<p>18. Определить значение плотности вероятности равномерного распределения в интервале <math>x_1=0</math>; <math>x_2=1</math></p> <p>19. Математическое ожидание нормально распределенной генеральной совокупности <math>\mu=5</math>, дисперсия <math>\sigma^2=9</math>. Аналитическое выражение для дифференциальной функции распределения имеет вид: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>20. Выбрать из предложенных вариантов, чему равно математическое ожидание случайной величины, заданной дифференциальной функцией распределения</p> <p>21. Выбрать из предложенных вариантов, как в аналитической форме может быть записано среднее квадратическое отклонение, если максимум функции нормального распределения равен <math>f(x)=10</math></p> <p>22. Правильная запись числа 13,642 с погрешностью 0,2 имеет вид: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>23. Определить погрешность отсчета, если оператор сделал отсчет с точностью до половины деления шкалы. Цена деления 0,02 В</p> <p>24. Вероятность отказа каждого из 5 элементов в измерительном устройстве одинакова и равна 0,1. Составить закон распределения числа <math>k</math> отказавших элементов в одном опыте</p> <p>25. Параметрами нормированного нормального распределения являются: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>26. Какова вероятность отклонения нормально распределенной случайной величины от математического ожидания на <math>\pm 3\sigma</math>: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>27. Математическое ожидание и дисперсия нормально распределенной случайной величины равны 10 и 4 соответственно. Определить, с какой вероятностью случайная величина <math>x</math> примет значения из интервала (12; 14)</p> <p>28. Наилучшей оценкой математического ожидания нормально распределенной генеральной совокупности является: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>29. Какая из приведенных характеристик не характеризует отклонения выборочных данных</p> <p>30. Несмещенной оценкой генеральной дисперсии служит характеристика, рассчитанная по формуле: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>31. Для сравнения разброса двух разноименных физических величин служит: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>32. Получена случайная выборка значений физической величины: 2; 5; 1; 7; 3; 6; 12. Определить медиану этого распределения</p> <p>33. Дисперсия случайной величины 625 МПа. Среднее значение 125 МПа. Определить величину коэффициента вариации</p> <p>34. Высокое значение коэффициента вариации свидетельствует о: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>35. Найти 95 % интервал для оценки истинного значения случайной величины <math>x</math>, если известно генеральное значение дисперсии - 900. После проведения 25 замеров среднее значение - 200.</p> <p>36. При оценке доверительного интервала истинного значения случайной величины в 4 раза был увеличен объем выборки. Как при этом изменилась точности оценки?</p> <p>37. Для определения скоростей упругих волн на образцах производились замеры времени распространения и базы прозвучивания. При этом результаты обработки полученных значений представлены следующим образом: [набор значений предоставляется преподавателем]. В этом случае округленное значение скорости упругих волн составило: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>38. При обосновании необходимой точности технических измерений нужно исходить из принципа: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>39. Одним из самых важных достоинств методов сравнения с мерой является: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>40. Увеличение числа измерений и последующее усреднение их результатов позволяет уменьшить погрешность: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>41. Какое из приведенных ниже соотношений параметров <math>\mu_i</math> и <math>\sigma_i</math> соответствует показанному на рисунке [предоставляется</p>
-----	--	---	--

			<p>преподавателем] распределению: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>42. Правило трех сигм (<math>3\sigma</math>) позволяет: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>43. Достоинства метода непосредственной оценки заключаются в: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>44. Каких из приведенных ниже условий минимально достаточно для реализации измерений: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>45. Во скольких случаях можно ожидать возникновение ошибки определенного рода, если гипотезу проверяют по 100 выборкам ограниченного объема на уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math></p> <p>46. На уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> и критическое значение <math>\chi^2 = 7,8</math>. Расчетное значение критерия по выборке <math>\chi^2 = 9,2</math>. Какой вывод можно сделать о форме распределения экспериментальных данных: [выбрать из предложенных вариантов]?</p> <p>47. Какое из приведенных ниже выражений соответствует уравнению измерений, если <math>A</math> - измеряемая величина, <math>a</math> - единица измерения, <math>x</math> - числовое значение измеряемой величины: [выбрать из предложенных вариантов]</p> <p>48. Укажите неверное утверждение по поводу величины коэффициента корреляции: [выбрать из предложенных вариантов]</p>
--	--	--	--

КМ4	Контрольная работа в форме набора расчетных заданий	ПК-1-36;ПК-1-В1;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В5;ПК-2-В6	<p>Задача № 1. С целью выполнения замера электросопротивления элемента электрической схемы определены значения напряжения <math>240 \pm 15</math> мВ и тока <math>18,2 \pm 0,2</math> мА. Найти значение измеренного сопротивления и его погрешность</p> <p>Задача № 2. Из кернов с разных участков массива получены две выборки образцов горных пород. Объем первой выборки – 21 образец; второй – 11. Рассчитанные выборочные стандартные отклонения результатов испытаний на разрыв составили соответственно 3,3 МПа и 1,7 МПа. Применяя F-критерий на уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> надо проверить нулевую гипотезу <math>H_0: \sigma_1 = \sigma_2</math> о равенстве генеральных дисперсий, при альтернативной гипотезе <math>\sigma_1 &gt; \sigma_2</math></p> <p>Задача № 3. По двум независимым выборкам, состоящим из 9 и 6 замеров, извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, найдены исправленные выборочные дисперсии 16,2 и 24,6 соответственно. При уровне значимости <math>\alpha = 0,1</math> проверить нулевую гипотезу о равенстве генеральных дисперсий</p> <p>Задача № 4. Имеется статистика в виде результатов 30-ти измерений, выполненных с помощью двух приборов. Выборочное среднее 0,48, выборочное среднеквадратическое отклонение 0,39. Проверить допущение о наличии разницы в показаниях двух приборов величиной 0,25. Уровень значимости 0,01 (решается через двустороннее обратное распределение Стьюдента)</p> <p>Задача № 5. С разных участков геосреды, сложенных одной и той же породой, отобрано две группы образцов. Для первого участка характерно интенсивное воздействие климатических факторов. На втором участке это действие существует в гораздо меньшей степени. С каждого участка получено и испытано 10 образцов. Выборочное среднее и СКО результатов испытаний первой группы: 12,62; 0,37. Выборочное среднее и СКО результатов испытаний второй группы: 12,14; 0,39. Верна ли гипотеза о том, что действие климатических факторов повлияло на результаты испытаний при уровне значимости 0,05?</p> <p>Задача № 6. По двум методикам X и Y выполнены сравнительные испытания одних и тех же проб. Получено</p> <table border="1" data-bbox="719 1176 1509 1232"> <tr> <td>X</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>10</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>4</td> </tr> </table> <p>Нужно на уровне значимости 0,05 проверить, значимо или не значимо различаются результаты испытаний по указанным методикам, в предположении, что эти результаты подчиняются нормальному закону</p> <p>Задача № 7. Проверить при уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> гипотезу о показательном законе распределения генеральной совокупности с помощью критерия Пирсона. В ответе указать наблюдаемое значение критерия и сделать вывод о принятии или отклонении гипотезы. Исходные данные выдаются преподавателем.</p> <p>Задача № 8. Используя критерий Пирсона на уровне значимости 0,05 проверить, согласуется ли гипотеза о нормальном распределении генеральной совокупности с эмпирическим распределением выборки из <math>n = 200</math> элементов</p> <table border="1" data-bbox="719 1624 1509 1736"> <tr> <td><math>x_i</math></td> <td>5</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>11</td> <td>13</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>19</td> <td>21</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>n_i</math></td> <td>15</td> <td>26</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>26</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>20</td> <td>13</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Задача № 9. Проверить при уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> гипотезу о равномерном законе распределения генеральной совокупности с помощью критерия Пирсона. В ответе указать наблюдаемое значение критерия и сделать вывод о принятии или отклонении гипотезы.</p> <p>Задача № 10. Группой инженеров из 800 человек ведется поиск строительных дефектов в крупном жилом комплексе. Вероятность того, что любой инженер в течение часа найдет дефект, равна 0,01. Какова вероятность, что в течение часа будет обнаружено 5 дефектов</p> <p>Задача № 11. Выпуск продукции ведется на трех заводах, имеющих примерно одинаковый по численности штат сотрудников и производственные мощности. Руководство приняло решение выяснить равнозначный ли уровень качества соблюдается на этих</p>	X	2	3	5	6	8	10	Y	10	3	6	1	7	4	$x_i$	5	7	9	11	13	15	17	19	21					$n_i$	15	26	25	30	26	21	24	20	13				
X	2	3	5	6	8	10																																							
Y	10	3	6	1	7	4																																							
$x_i$	5	7	9	11	13	15																																							
17	19	21																																											
$n_i$	15	26	25	30	26	21																																							
24	20	13																																											



			<p>заводах. Согласно собранной статистике за истекшие полгода на первом заводе зафиксировано 160 случаев брака, во втором – 225, а в третьем – 215. Определить равнозначна ли вероятность выпуска бракованной продукции на всех трех заводах, либо имеется некоторое различие при уровне значимости 0,01 (нулевой гипотезой будет равенство вероятностей выпуска бракованной продукции первым (<math>p_1</math>), вторым (<math>p_2</math>) и третьим (<math>p_3</math>) заводом).</p> <p>Задача № 12. Используя критерий Пирсона при уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math>, установить, случайно или значимо расхождение между эмпирическими и теоретическими частотами, которые вычислены, исходя из предположения о нормальном распределении признака <math>X</math> генеральной совокупности. Исходные данные выдаются преподавателем</p> <p>Задача № 13. Найти доверительный интервал для математического ожидания нормально распределенной случайной величины, если объем выборки составляет 49 измерений, средняя величина результата которых равна 2.8, СКО = 1.4, а доверительная вероятность принята как 0.9</p> <p>Задача № 14. Случайная величина <math>X</math> имеет нормальное распределение с известным СКО = 3. Найти доверительный интервал для неизвестного математического ожидания по выборочным средним значениям, если объем выборки равняется 36 и задана надежность оценки 0.95</p> <p>Задача № 15. При проверке 100 деталей из большой партии было обнаружено 10 бракованных. Найти 95% доверительный интервал доли бракованных деталей всей партии</p> <p>Задача № 16. Производят независимые испытания с одинаковой, но неизвестной вероятностью <math>p</math> появления события <math>A</math> в каждом испытании. Найти доверительный интервал для оценки вероятности <math>p</math> с надежностью 0.95, если в 80 испытаниях событие <math>A</math> появилось 16 раз</p> <p>Задача № 17. Ежегодно шахта добывает 500 тыс. т полезного ископаемого. Методом случайного бесповторного отбора был проведен контроль качества 50 тыс. т добытого сырья. В результате установлено, что 15 % подвергнутого контролю геоматериала не соответствует ранее заявленному уровню качества. Требуется с вероятностью 0.683 определить пределы, в которых находится доля некондиционного полезного ископаемого, добытого за отчетный год</p> <p>Задача № 18. Из партии примерно одинаковых по весу кусков руды взята 20%-ная случайная бесповторная выборка с целью определения средней массы содержащихся в них включений полезного вещества. Определить с вероятностью 0.95 доверительные пределы, в которых лежит средняя масса полезного компонента для всей партии руды. Исходные данные выдаются преподавателем</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	РГР. Освоение методических подходов к получению и получение навыков обработки, статистического анализа, выбора формы представления измерительной информации	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-34;ПК-1-35;ПК-1-36;ПК-1-37;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-У6;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-34;ПК-2-35;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-У6;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В5;ПК-2-В6;ПК-2-В7	Освоение методических подходов к получению и получение навыков обработки, статистического анализа, выбора формы представления измерительной информации: согласно содержанию: Новиков Е.А., Шкуратник В.Л. Измерения в физическом эксперименте: Методические указания по подготовке расчетно-графической работы. -М.: МГГУ, 2014. - 47 с.; Шкуратника В.Л. «Измерения в физическом эксперименте» (2-е изд., доп. и испр.) – М.: Издательство «Горная книга», 2006. – 335 с. Руководство содержит методические указания для самостоятельного выполнения обучающимися расчетно-графической работы, основанной на материале, изложенном в учебнике Шкуратника В.Л. «Измерения в физическом эксперименте» (2-е изд., доп. и испр. – М.: Издательство «Горная книга», 2006. – 335 с.). Оно призвано способствовать более полному усвоению соответствующего учебного материала, а также выработке навыков его практического применения для обработки результатов измерений. Рассмотрены: первичная обработка данных (расчет математического ожидания и среднеквадратического отклонения), цензурирование выборки (приближенный, грубый и точный (счетный) методы, коэффициент вариации), построение интервальных оценок, оценка коэффициента асимметрии, проверка гипотезы о законе распределения, определение попарной статистической взаимосвязи данных выборок, а также подбор уравнений их регрессии с использованием специализированного программного обеспечения. Руководство содержит варианты исходных данных для выполнения работы и пример представления результатов последнего.
P2	ПР1. Классы точности средств измерений	ПК-1-У2;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-В1;ПК-1-В3;ПК-2-33;ПК-2-34;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-34;ПК-1-35	Класс точности. Подходы к нормированию значений погрешностей. ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Обозначение классов точности на средствах измерений. Выбор средств измерений. Введение поправок на систематические погрешности
P3	ПР2. Основные понятия теории вероятностей. Случайные события и вероятность	ПК-1-36;ПК-1-У1;ПК-1-У4;ПК-1-У5;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У3;ПК-2-У4;ПК-2-У5;ПК-2-В2;ПК-2-В3;ПК-2-В4	Физический смысл и свойства вероятности сумм и произведений случайных событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Схема Бернулли. Применение элементов комбинаторики при обработке результатов измерений
P4	ПР3. Законы распределения случайной величины. Дисперсия, математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение. Функции Гаусса и Лапласа	ПК-1-36;ПК-1-В1;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В5;ПК-2-В6	Отличия в подходах к обработке результатов измерений, представленных дискретными и непрерывными случайными величинами. Основные виды и физический смысл законов распределения. Дисперсия, математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение. Функция Лапласа. Функция Гаусса. Обработка результатов прямых и косвенных измерений
P5	ПР4. Основные законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин. Проверка гипотезы о законе распределения	ПК-1-36;ПК-1-В1;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В5;ПК-2-В6	Подходы к решению статистических задач и проверке статистических гипотез. Точечные и интервальные оценки. Расчет критерия Пирсона в зависимости от закона распределения

Р6	ПР5. Построение доверительных интервалов. Предельная ошибка и размер выборки	ПК-1-36;ПК-1-В1;ПК-1-В3;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1;ПК-2-В3;ПК-2-В4;ПК-2-В5;ПК-2-В6	Доверительный интервал и доверительная вероятность. Обработка экспериментальных данных по генеральной и выборочной совокупности. Методические подходы к повторному и бесповторному отбору. Средняя и предельная ошибки. Определение необходимого объема выборки для получения оценок с заданной точностью
----	--	---	---

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

#### Примеры экзаменационных билетов

##### Билет №1

1. Физический эксперимент как метод научного познания.
2. Статистическая проверка гипотез с использованием непараметрических критериев.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №2

1. Физические величины и их единицы.
2. Проверка гипотезы о принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности с использованием критерия Вилкоксона.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №3

1. Измерение физических величин.
2. Проверка гипотезы с использованием непараметрического метода серий.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №4

1. Количественное оценивание с использованием эмпирических шкал.
2. Аппроксимация экспериментальных данных.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №5

1. Классификация измерений.
2. Определения вида однофакторной зависимости методом контура и методом медианных центров.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №6

1. Принцип, метод, алгоритм и методика измерений.
2. Линейная регрессия и корреляция.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №7

1. Погрешности измерений и их классификация.
2. Постановка измерительной задачи.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №8

1. Средства измерений и их классификация.
2. Обеспечение необходимых условий для измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №9

1. Метрологические характеристики средств измерений.
2. Выбор метода измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

##### Билет №10

1. Классы точности средств измерений.
2. Выбор и опробование средств измерений.

3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №11

1. Неметрологические характеристики средств измерений.
2. Выбор числа измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №12

1. Понятия случайного события и вероятности, принцип игнорирования маловероятных событий.
2. Подготовка оператора для проведения измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №13

1. Дискретные и непрерывные случайные величины, законы их распределения.
2. Выбор числа измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №14

1. Понятия случайного события и вероятности, принцип игнорирования маловероятных событий.
2. Разработка методики проведения измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №15

1. Нормальный закон распределения случайной величины.
2. Выполнение измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №16

1. Числовые характеристики случайных величин
2. Общие положения обработки результатов измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №17

1. Выборочный метод в математической статистике.
2. Предварительная обработка результатов измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №18

1. Свойства статистических оценок.
2. Сглаживание экспериментальных данных.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №19

1. Статистические характеристики выборки как оценки параметров распределения.
2. Обработка результатов прямых измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №20

1. Интервальные оценки параметров распределения.
2. Обработка результатов косвенных измерений.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №21

1. Общие положения статистической проверки гипотез. Проверка гипотезы о среднем значении.
2. Представление результатов измерительного эксперимента, предназначенного для получения значений физических параметров.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение

интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №22

1. Проверка гипотезы о законе распределения по критерию Пирсона.
2. Представление результатов измерительного эксперимента, предназначенного для получения зависимостей физических величин.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №23

1. Статистическая проверка гипотез с использованием непараметрических критериев.
2. Выявление и исключение грубых погрешностей в выборке.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

Билет №24

1. Проверка гипотезы о принадлежности двух выборок к одной генеральной совокупности
2. Преимущества и недостатки различных способов представления экспериментальных данных.
3. Базовые расчетные алгоритмы для обработки измерительной информации (цензурирование выборки, построение интервальных оценок, проверка гипотезы о предполагаемом законе распределения)

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

«отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

«хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шкуратник В. Л.	Измерения в физическом эксперименте: учебник для студ., обуч. по спец. "Физ. процессы горн. или нефтегаз. пр-ва"	Библиотека МИСиС	М.: Горная книга, 2006

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Плонский А. Ф.	Измерения и меры: научно-популярное издание	Электронная библиотека	Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956
Л2.2	Рабинович В. И., Цапенко М. П., Гармаш В. А.	Информационные характеристики средств измерения и контроля	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1968
Л2.3	Горбунова Т. С.	Измерения, испытания и контроль. Методы и средства: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Беленький А. М., Бердышев В. Ф., Герасименко С. А., др.	Метрология, стандартизация и технические измерения: Лаб. практикум для студ спец. 110300, 110500, 110700 и 330200	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Колодина И. В., Вознесенский А. С., Фарафонов В. М.	Измерения в физическом эксперименте. Задачи и задания для практических занятий и самостоятельной работы: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МГТУ, 2006
Л3.2	Новиков Е. А., Шкурятник В. Л.	Измерения в физическом эксперименте. Руководство по лабораторно- практическим занятиям. Ч. 2	Электронная библиотека	М.: Изд-во МГТУ, 2012
Л3.3	Вознесенский А. С., Эртуганова Э. А., Куткин Я. О.	Измерения в физическом эксперименте. Ч. 1: руководство по лабораторно- практическим занятиям	Электронная библиотека	М.: Изд-во МГТУ, 2012

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Э1 Электронный научный архив УрФУ, Основы обработки результатов измерений : учебн. пособие	<a href="http://elar.urfu.ru/handle/10995/28847">http://elar.urfu.ru/handle/10995/28847</a> ( <a href="http://hdl.handle.net/10995/28847">http://hdl.handle.net/10995/28847</a> )
Э2	Практические рекомендации по обработке результатов измерений [Электронный ресурс] : методич. указания	<a href="http://repo.ssau.ru/handle/Methodicheskie-ukazaniya/Prakticheskie-rekomendacii-po-obrabotke-rezultatov-izmerenii-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-54050">http://repo.ssau.ru/handle/Methodicheskie-ukazaniya/Prakticheskie-rekomendacii-po-obrabotke-rezultatov-izmerenii-Elektronnyi-resurs-metod-ukazaniya-54050</a>
Э3	Обработка результатов измерений (Интерактивный интернет ресурс, Составитель: доцент А.А. Бессонов)	<a href="http://teachmen.ru/methods/phys_prac1.php">http://teachmen.ru/methods/phys_prac1.php</a>
Э4	Учебно-методические материалы Томского политехнического университета	<a href="http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/p/PNB/learning/terver/Tab3">http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/p/PNB/learning/terver/Tab3</a>
Э5	Электронная книга. Нормирование точности и технические измерения	<a href="https://books.google.ru/books?id=n4HmDAAAQBAJ&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false">https://books.google.ru/books?id=n4HmDAAAQBAJ&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false</a>
Э6	Электронная книга. Основы метрологии и электрические измерения	<a href="https://books.google.ru/books?id=AMIIAwAAQBAJ&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false">https://books.google.ru/books?id=AMIIAwAAQBAJ&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false</a>
Э7	Электронная книга. Измерения физических величин	<a href="https://books.google.ru/books?id=AUynAgAAQBAJ&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false">https://books.google.ru/books?id=AUynAgAAQBAJ&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false</a>
Э8	Электронная книга. Физические основы измерений	<a href="https://books.google.ru/books?id=cgseReGN7hIC&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false">https://books.google.ru/books?id=cgseReGN7hIC&amp;printsec=frontcover&amp;hl=ru#v=onepage&amp;q&amp;f=false</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.3	Microsoft Office
П.4	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

Л-732	Учебная аудитория	лабораторные стенды: генераторы Г3-53; генератор импульсов Г5-54; генератор Г4-158; осциллограф С1-72; вольтметры Щ-1312, В7-40, В3-38; частотомеры ЧЗ-33, ЧЗ-36; осциллограф С1-114/1; измеритель LCR Е7-11; источник питания УНИП-5; доска учебная; экран настенный
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Л-733	Учебная аудитория	Аппаратура "Массив" в составе: станция "Массив"; радиозонд "Массив"; частотомер ЧЗ-38; блок питания ТЕС-1300. Аппаратура "Гроза-16": магнитофон "Маяк"; Аппаратура "ТАИС" в составе: телевизор "Philips"; плеер "Philips". Генератор Г3-123; Генератор Г3-56; Осциллограф С1-48; Частотомер ЧЗ-32; Аппаратура "Электротест" в составе: компьютер стационарный и ПО к нему. Генератор Г3-123; Осциллограф С1-98; Анализатор СК4-56; Пробник БУ-39; Анализатор Х1-36; Частотомер ЧЗ-34А; Прибор УКБ- 5 шт.; Сейсмостанция "Диоген"; Источник питания ТЕС 1300; Дефектоскоп УД2-16.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает повторение пройденного материала.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных аспектов дисциплины, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к каждому практическому занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

- 1 Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях. Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.
2. Аудиторную самостоятельную работу на практических занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.
3. Внеаудиторную самостоятельную работу.