



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись)

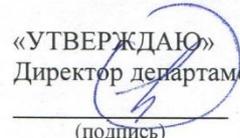
А.А. Еськин

(Ф.И.О.)

« 25 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента

  
(подпись)

К.А. ШТЫМ

(Ф.И.О.)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Инженерный эксперимент

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**

Теплогазоснабжение и вентиляция

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 2

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы не предусмотрены

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 00 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки **08.04.01 Строительство** утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 482

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем  
протокол № 3 от « 25 » января 2021 г.

Заведующий департаментом

К.А. ШТЫМ

Составитель: А.А. Еськин \_\_\_\_\_

Владивосток

2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Аннотация дисциплины Инженерный эксперимент

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы / 108 академических часов. Учебным планом предусмотрено лекции 18 часов, практики 18 часов, лабораторные работы 0 часов, самостоятельная работа 72 часа, Дисциплина реализуется во 2 семестре. Форма контроля – зачет.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: приобретение студентами знаний по особенностям планирования, проведения и обработки результатов инженерного эксперимента

Задачи:

1. Изучить основные понятия и определения в области инженерного эксперимента;
2. Освоить основы физического моделирования - теорию подобия и метод анализа размерностей;
3. Получить представление о средствах и методах измерения в экспериментальных исследованиях;
4. Изучить основы планирования инженерного эксперимента;
5. Приобрести навыки обработки результатов эксперимента с применением современного программного обеспечения.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующей профессиональной компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-5 Способен организовывать и выполнять научные исследования в сфере теплогаснабжения, вентиляции и кондиционирования	ПК-5.1 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере теплогаснабжения и вентиляции
		ПК-5.2 Составление плана исследований в сфере теплогаснабжения и вентиляции
		ПК-5.3 Обработка и систематизация результатов исследования и получение экспериментально-статистических моделей, описывающих поведение исследуемого объекта

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-5.1 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	<b>Знает</b> основные понятия теории подобия физических процессов и основы физического моделирования
	<b>Умеет</b> разрабатывать схемы и рабочие чертежи экспериментальных установок
	<b>Владеет</b> навыками практического использования метода анализа размерностей в экспериментальных исследованиях
ПК-5.2 Составление плана исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	<b>Знает</b> основные понятия теории вероятностей и математической статистики
	<b>Умеет</b> осуществлять планирование инженерного эксперимента
	<b>Владеет</b> навыками выбора измерительных приборов и оценки погрешностей измерений
ПК-5.3 Обработка и систематизация результатов исследования и получение экспериментально-статистических	<b>Знает</b> общие принципы и методики регрессионного и дисперсионного анализа
	<b>Умеет</b> оценивать воспроизводимость инженерного эксперимента и адекватность математической модели
	<b>Владеет</b> навыками применения программного обеспечения для обработки результатов эксперимента

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (18 час.)

#### Раздел 1. Научные основы физического моделирования (12 часов).

##### Тема 1. Принципы создания физических и математических моделей (2 часа).

Основные понятия и определения инженерного эксперимента. Цели и задачи эксперимента. Факторы, функции отклика, уровни варьирования. Понятие о математической модели объекта. Полиномиальные аппроксимирующие функции.

##### Тема 2. Принцип создания физических и математических моделей (2 часа).

Физическое моделирование. Метод аналогий. Физический и вычислительный эксперимент – сравнение, особенности проведения, достоинства и недостатки. Формализация объектов исследования, метод черного ящика. Требования к объекту исследования.

### **Тема 3. Подобие физических явлений и систем. (2 часа).**

Основные понятия теории подобия. Критерии подобия – Рейнольдса, Прандтля, Нуссельта, Фурье, Архимеда и др. Формы и константы подобия. Геометрическое подобие. Кинематическое и динамическое подобие. Тепловое подобие. Подобие нестационарных процессов. Теоремы теории подобия.

### **Тема 4. Метод анализа размерностей (2 часа).**

Основы теории размерностей – основные и производные размерные величины. Формула размерностей. Алгебраические действия с размерностями. Понятие о безразмерных величинах. Зависимые и независимые размерности.  $\pi$ -теорема Бэкингема.

### **Тема 5. Средства и методы измерений в экспериментальных исследованиях (2 часа).**

Структура измерительных приборов. Метрологические характеристики средств измерения. Погрешности средств измерений и их нормирование. Основы планирования точности измерений при подготовке эксперимента.

### **Тема 6. Разработка плана эксперимента (2 часа).**

Общие требования к плану эксперимента. Критерии оптимальности плана. Оптимальные планы дробно-факторного эксперимента. Сравнение математических моделей, полученных по планам полнофакторного эксперимента и метода регулярных дробных реплик.

## **Раздел 2. Математическая обработка результатов эксперимента (6 часов).**

### **Тема 7. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики (2 часа).**

Случайные величины, интегральные и дифференциальные функции распределения вероятностей. Законы распределения случайных величин. Статистическая оценка параметров на основе выборки. Доверительный интервал и надежность результатов эксперимента. Общие принципы статистической проверки гипотез. Статистическая проверка типовых гипотез.

### **Тема 8. Математическое моделирование в экспериментальных**

**исследованиях (2 часа).**

Общие принципы и методики регрессионного и дисперсионного анализов. Типы математических моделей. Метод наименьших квадратов. Использование метода ортогонального планирования. Оценка воспроизводимости эксперимента. Оценка адекватности математической модели.

**Тема 9. Применение программного обеспечения при обработке результатов эксперимента.**

Работа с пакетом «Анализ данных» MS Excel. Построение гистограммы распределения случайной величины. Определение коэффициентов уравнение регрессии, исключение незначущих коэффициентов. Оценка адекватности модели с применением критерия Фишера. Графическая интерпретация результатов эксперимента.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (18 часов)**

**Занятие 1. Построение физической модели объекта (2 часа).**

План занятия.

1. Особенности построения уникальных экспериментальных установок.
2. Выбор отклика и факторов при проведении экспериментального исследования.
3. Разработка принципиальной схемы экспериментальной установки.
4. Рабочие чертежи экспериментальной установки.

**Занятие 2. Проверка разработанных принципиальных схем экспериментальных установок (2 часа).**

План занятия.

1. Студенты описывают цели и задачи эксперимента, отклики и факторы, демонстрируют разработанные принципиальные схемы экспериментальных установок.

2. Обсуждение разработанных установок – вопросы от студентов, замечания от преподавателя.

### **Занятие 3. Практическое использование метода анализа размерностей в экспериментальных исследованиях (2 часа).**

План занятия.

1. Разбор примера получения критериального уравнения физического процесса с применением метода анализа размерностей и  $\pi$ -теоремы Бэкингема.

### **Занятие 4. Выбор средств измерения, рабочие чертежи экспериментальной установки (2 часа).**

План занятия.

1. Студенты демонстрируют рабочие чертежи экспериментальной установки. Описывают выбранные средства измерений.

2. Проверка и обсуждение выполненных заданий.

### **Занятие 5. Анализ погрешностей (2 часа).**

План занятия.

1. Классификация измерений – прямые, косвенные, статические, динамические.

2. Оценка погрешности прямых измерений.

3. Оценка погрешностей косвенных измерений. Сложение погрешностей.

4. Пример оценки погрешности при измерении скорости движения воздуха по круглому воздухопроводу дифференциальным микроманометром.

### **Занятие 6. Пример построения математической модели процесса теплообмена в теплообменном аппарате (2 часа).**

План занятия.

1. Описание исследуемой задачи и процесса.

2. Исключения незначущих и неконтролируемых факторов. Обоснование характера аппроксимирующей функции.

3. Построение матрицы эксперимента, расчет коэффициентов модели.

4. Оценка значимости коэффициентов и подтверждение адекватности математической модели.

### **Занятие 7. Проверка заданий (4 часа).**

План занятия.

Проверка практических заданий, выполненных студентами в рамках текущей аттестации.

### **Занятие 8. Проведение зачета (2 часа).**

План занятия.

1. Студенты тянут билет, готовятся по вопросам к зачету.
2. Преподаватель слушает ответ и выставляет оценку.
3. Заполнение ведомости.

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	В течении семестра	Работа с учебно-методической и нормативной литературой	9 часов	УО-1 (Собеседование)
3	1-8 неделя семестра	Разработка экспериментальной установки и методики эксперимента	27 часов	ПР-13 (Творческое задание)
4	9-16 неделя семестра	Анализ экспериментальных данных	27 часов	ПР-4 (Реферат)
7	17-18 неделя семестра	Подготовка к зачету	9 часов	Зачет
Итого:			72 часа	

## **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Работа с теоретическим материалом должна осуществляться на основе лекционного курса дисциплины. Для этого студент должен вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы, приведенной в разделе V.

Рекомендации по подготовке к зачету: на зачётной и необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Допуск к зачету осуществляется после сдачи всех практических заданий. Перечень вопросов к зачету помещены в фонд оценочных средств. Готовиться к сдаче зачета необходимо систематически: прослушивая очередную лекцию, проработав очередное практическое занятие, выполнив и защитив практические задания.

### **Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.**

*Работа №1. Разработка экспериментальной установки и методики эксперимента (ПР-13 Творческое задание).*

Студенту необходимо разработать экспериментальную установку и методику проведения эксперимента в области темы своей выпускной квалификационной работы. При подготовке работы необходимо использовать материалы лекционных и практических занятий, а также пользоваться литературой и электронными информационными ресурсами представленными в разделе V.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если студент корректно определил отклик и факторы, составил схему экспериментальной

установки, рабочие чертежи, методику проведения и матрицу эксперимента.

*Работа №2. Анализ экспериментальных данных ПР-4 (Реферат).*

На основании методики эксперимента, разработанной при выполнении работы №1, студенту необходимо провести мысленный эксперимент и заполнить матрицу эксперимента. По полученным экспериментальным данным необходимо получить уравнение математической модели, определить адекватность модели и воспроизводимость эксперимента, построить графические зависимости.

При подготовке работы необходимо использовать материалы лекционных и практических занятий, а также пользоваться литературой и электронными информационными ресурсами представленными в разделе V.

Критерии оценки. Работа считается выполненной, если получена математическая модель адекватно описывающая экспериментальные данные.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование		
				текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Научные основы физического моделирования	ПК-5.1 Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	<b>Знает</b> основные понятия теории подобия физических процессов и основы физического моделирования	УО-1	Зачет	
			<b>Умеет</b> разрабатывать схемы и рабочие чертежи экспериментальных установок	ПР-13		
			<b>Владеет</b> навыками практического использования метода анализа размерностей в экспериментальных исследованиях	ПР-13		
		ПК-5.2 Составление плана исследований в сфере теплогазоснабжения и вентиляции	<b>Знает</b> основные понятия теории вероятностей и математической статистики	УО-1		Зачет
			<b>Умеет</b> осуществлять планирование инженерного эксперимента	ПР-13		
			<b>Владеет</b> навыками выбора измерительных приборов и оценки погрешностей измерений	ПР-13		
	Раздел 2.	ПК-5.3 Обработка	<b>Знает</b> общие принципы и методики	УО-1	Зачет	

Математическая обработка результатов эксперимента	и систематизация результатов исследования и получение экспериментально-статистических	регрессионного и дисперсионного анализа	
		<b>Умеет</b> оценивать воспроизводимость инженерного эксперимента и адекватности математической модели	ПР-4
		<b>Владеет</b> навыками применения программного обеспечения для обработки результатов эксперимента	ПР-4

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Кириллов П.Л. Имена и числа подобия [Электронный ресурс]: / Кириллов П.Л.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2010.— 336 с. <http://www.iprbookshop.ru/16528>
2. Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Д. Григорьев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65949>
3. Сафин Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Сафин Р.Г., Иванов А.И., Тимербаев Н.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013.— 154 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62219.html>
4. Боярский М.В. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Боярский М.В., Анисимов Э.А.— Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75439.html>

## Дополнительная литература

1. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Семенов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5107>.

2. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403.html>

3. Математические модели химических реакций: учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. – С-Пб.: Лань, 2013. - 183 с. (8 экз.)

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:725089&theme=FEFU>

4. Любимцева О.Л. Блочное планирование эксперимента и анализ данных [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Любимцева О.Л.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018.— 30 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80885.html>

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

1. Научная электронная библиотека Web of Science. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) <https://www.elibrary.ru/>

2. Библиографическая и реферативная база данных SCOPUS <https://www.scopus.com/>

3. Поисковая интернет-платформа Web of Science [https://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=C6BRnFtlzmIdRjN2CZ2&preferencesSaved=](https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C6BRnFtlzmIdRjN2CZ2&preferencesSaved=)

4. Научные публикации издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>

5. База данных патентов Российской Федерации ФИПС  
<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/>

6. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

**Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины.** Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, практические занятия, задания для самостоятельной работы.

*Лекционные занятия* ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов.

*Практические занятия* акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче зачета, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

**Работа с литературой.** Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

**Подготовка к зачету.** К сдаче зачета допускаются обучающиеся, выполнившие все задания (практические и самостоятельные), предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е814. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 22)  Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Проектор. Доска аудиторная.	Microsoft 365 Apps for enterprise EDU
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками	Microsoft 365 Apps for enterprise EDU

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны аудитории и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

### **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Для дисциплины «Основы научных исследований» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Устный опрос (УО-1)

Письменные работы:

1. Творческое задание (ПР-13)

2. Реферат ПР-4

**Устный опрос**

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то

причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Собеседование (УО-1) – 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.

### **Письменные работы**

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Творческое задание (ПР-13) – частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Реферат (ПР-4) Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Основы научных исследований» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – зачет (1-й семестр). Зачет по дисциплине включает ответы на 2 вопроса. Зачет проводится в устной форме, с обязательным кратким письменным конспектированием ответов на вопросы.

## Методические указания по сдаче зачета

Зачет принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять зачет в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения зачета (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или директора Департамента), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

В зачетную книжку студента вносится только запись «зачтено», запись

«не зачтено» вносится только в экзаменационную ведомость. При неявке студента на зачет в ведомости делается запись «не явился».

### **Вопросы к зачету**

1. Эксперимент, цели и задачи эксперимента. Отличие эксперимента от аналитического метода.
2. Достоинства и недостатки экспериментального исследования процесса.
3. Отклик и факторы – определение.
4. Уровни варьирования. Определение максимального числа опытов в зависимости от числа факторов и уровней варьирования.
5. Что такое математическая модель, аппроксимирующая функция, полином. Приведите пример полиномов первой, второй и третьей степени для двух факторов.
6. Отличие физического эксперимента от вычислительного.
7. Требования к объекту исследования.
8. Зачем необходима теория подобия? Приведите пример нескольких критериев подобия.
9. Что такое геометрическое и кинематическое подобие?
10. Первая теорема подобия Ньютона.
11. Вторая теорема подобия Федермана.
12. Третья теорема подобия Кирпичева-Гухмана.
13. В чем сущность метода анализа размерностей?
14. Перечислите основные размерности. В чем отличие основных размерностей от производных?
15. Как обозначается размерность? Приведите пример образования производных размерностей используя основные размерности.
16. Приведите пример безразмерной физической величины? Как обозначаются безразмерные величины.
17. В чем основная идея использования метода анализа размерностей.

18. Пи-теорема Бэкингема.
19. Отличие меры от измерительного прибора?
20. Структура измерительного прибора.
21. Что такое функция преобразования измерительного прибора.
22. Чувствительность измерительного прибора.
23. Цена деления и порог чувствительности измерительного прибора.
24. Чем отличается диапазон показаний, от диапазона измерений измерительного прибора.
25. Динамические характеристики измерительного прибора.
26. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности.
27. Класс точности прибора.
28. Отличие основной погрешности от дополнительной.
29. Систематическая и случайная погрешности.
30. Аддитивная и мультипликативная полоса погрешностей.
31. Отличие прямого измерения от косвенного. Приведите примеры.
32. Отличие статического измерения от динамического.
33. Выборка и генеральная совокупность. Определение, отличие.
34. Результат измерения, истинное значение, погрешность результата измерения (систематическая и случайная).
35. Основные положения теории случайных ошибок.
36. Случайная величина.
37. Интегральная функция распределения случайной величины.
38. Дифференциальная функция распределения случайной величины (плотность вероятности).
39. Равномерное распределение случайной величины.
40. Нормальное распределение случайной величины.
41. Нахождение центра распределения случайной величины – математическое ожидание, мода, медиана.
42. Характеристики рассеяния случайной величины – дисперсия, СКО.

43. Чем отличается дисперсия генеральной совокупности (ДИСП.Г) от дисперсии выборки (ДИСП.В).
44. Доверительный интервал. Нахождение доверительного интервала.
45. Проверка гипотезы о нормальном измерении результатов эксперимента.
46. Проверка гипотезы от однородности дисперсий. Критерий Фишера.
47. Проверка гипотезы об однородности дисперсий в нескольких выборках. Критерий Кохрэна.
48. Что такое регрессионный анализ, парная и множественная регрессия?
49. Суть дисперсионного анализа.
50. Линейная функция уравнения регрессии.
51. Нелинейные уравнения регрессии.
52. Проверка математической модели на адекватность.

### **Критерии выставления оценки студенту на зачете**

К зачету допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

<b>Оценка</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
<b>«зачтено»</b>	Студент показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Студент обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике. Допускаются некоторые неточности в ответе, которые студент исправляет самостоятельно.
<b>«не зачтено»</b>	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии

с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (собеседование, творческое задание, реферат) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

### **Вопросы для собеседования / устного опроса (УО-1)**

1. Зачем необходима теория подобия? Приведите пример нескольких критериев подобия.
2. Первая теорема подобия Ньютона.
3. Вторая теорема подобия Федермана.
4. Третья теорема подобия Кирпичева-Гухмана.
5. В чем сущность метода анализа размерностей?
6. Пи-теорема Бэкингема.
7. Структура измерительного прибора.
8. Что такое функция преобразования измерительного прибора.
9. Чувствительность измерительного прибора.
10. Цена деления и порог чувствительности измерительного прибора.
11. Чем отличается диапазон показаний, от диапазона измерений

измерительного прибора.

12. Динамические характеристики измерительного прибора.
13. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности.
14. Класс точности прибора.
15. Отличие основной погрешности от дополнительной.
16. Систематическая и случайная погрешности.
17. Аддитивная и мультипликативная полоса погрешностей.
18. Каковы методы выполнения теоретических исследований?
19. В чем сущность метода моделирования в исследованиях?
20. Какие зависимости относятся к детерминированным?
21. Какие зависимости относятся к стохастическим?
22. В чем состоит суть теории подобия?
23. Какой смысл вкладывается в критерий подобия?
24. Назовите основные методы аналитических исследований.
25. Поясните суть метода аналогии.
26. Что понимают под экспериментом?
27. Чем лабораторный эксперимент отличается от производственного?
28. Что включает в себя методология эксперимента?
29. Что понимают под разработкой программы эксперимента?
30. В каких случаях проводят поисковый эксперимент?
31. Что понимают под погрешностью измерения?
32. Как оценивается относительная ошибка измерения?
33. Что понимают под точностью измерения?
34. Что показывает достоверность измерения?
35. Как повысить точность и достоверность измерений?
36. Какие погрешности относят к систематическим?
37. Какие погрешности относят к случайным?
38. Чем могут быть вызваны грубые погрешности?
39. Как устраняют систематические погрешности?
40. Что указывает экспериментатору на наличие случайных

погрешностей?

41. На чем основывается анализ случайных погрешностей?

42. На каких принципах базируется теория случайных ошибок?

43. Чем отличаются генеральная и выборочная совокупность измерений?

44. Какие задачи позволяет решать теория случайных ошибок?

45. Что при измерениях величин понимают под доверительным интервалом?

46. Что называется доверительной вероятностью измерения?

47. Как определяется доверительный интервал для малой выборочной совокупности?

48. Какие методы используют для определения грубых ошибок статистического ряда?

49. Как определить минимальное количество измерений при заданной точности и доверительной вероятности?

50. Как определяется абсолютная погрешность измерительного прибора?

51. Как определяется относительная погрешность измерительного прибора?

52. Какие координатные сетки используют для графического изображения результатов эксперимента?

53. На чем основан метод средних квадратов, применяемый для определения коэффициентов полиномиальных функций?

54. На чем основан метод наименьших квадратов, применяемый для определения коэффициентов полиномиальных функций?

55. В чем заключается сущность корреляционного анализа?

56. Как по характеру корреляционного поля можно судить о наличии связи между параметрами  $X$  и  $Y$ ?

57. Как определяют коэффициент корреляции?

58. Каково значение коэффициента корреляции при существовании связи между параметрами  $X$  и  $Y$ ?

59. Как проверяют статистическую гипотезу об однородности дисперсий

для случая с одинаковым числом замеров для каждой серии опытов?

60. Как проверяют статистическую гипотезу об адекватности модели экспериментальным данным?

61. Каковы основные принципы оптимального планирования эксперимента?

62. Каким требованиям должен отвечать отчет по научно-исследовательской работе?

### Критерии оценивания ответов на собеседовании

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает ответ.

### Творческое задание ПР-13

*Работа №1. Разработка экспериментальной установки и методики эксперимента (ПР-13 Творческое задание).*

Цель работы подготовить документацию достаточную для монтажа экспериментальной установки и проведения физического эксперимента.

В рамках работы студенту необходимо:

- Разработать принципиальную схему экспериментальной установки по проведению исследования в рамках отрасли науки «Строительство».

- Составить спецификацию установки (оборудование, измерительные приборы, материалы) с указанием возможных поставщиков и стоимости оборудования и материалов.

- Разработать рабочие чертежи экспериментальной установки с указанием особых требований к помещению в котором будет располагаться установка и проводиться эксперимент и требования по инженерному обеспечению (электричество, вода, газ и др.)

- Определить отклик и значимые факторы (не менее двух), разработать

методику эксперимента. Подготовить матрицу эксперимента.

### Критерии оценивания творческого задания

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент разработал принципиальную схему и рабочие чертежи. Составил спецификацию оборудования. Разработал методику проведения эксперимента.
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью. В ходе работы допущены грубые ошибки, которые студент не может исправить. Творческое задание не выполнено.

### Реферат ПР-4

*Работа №2. Анализ экспериментальных данных ПР-4 (Реферат).*

На основании методики эксперимента, разработанной при выполнении работы №1, студенту необходимо провести мысленный эксперимент и заполнить матрицу эксперимента. По полученным экспериментальным данным необходимо получить уравнение математической модели, определить адекватность модели (применяя критерий Фишера) и воспроизводимость эксперимента (применяя критерий Кохрэна), построить графические зависимости.

Обработка экспериментальных данных и построение графического материала должны быть произведены с применением специализированных программ (Excel, Statistica, MatLab и др).

### Критерии оценивания реферата

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования. Способен обрабатывать экспериментальные данные и строить математические (аппроксимирующие) модели.
«не зачтено»	В работе допущены грубые ошибки. Полученная модель не соответствует экспериментальным данным. Реферат не выполнен.