

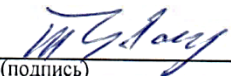


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

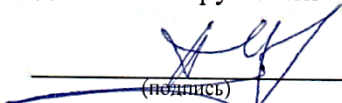
Руководитель ОП Строительство уникальных
зданий и сооружений


(подпись) Т.Э. Уварова

« 29 » сентября 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой гидротехники, теории
зданий и сооружений


(подпись) Н.Я. Цимбельман

« 29 » сентября 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Инженерный эксперимент

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки - очная

курс – 4, семестр – 8

лекции – не предусмотрены

практические занятия – 9 час.

лабораторные работы – не предусмотрено

всего часов аудиторной нагрузки – 9 час.

самостоятельная работа – 27 час.

контрольные работы – не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект – не предусмотрен

зачет – 8 семестр

экзамен – не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. №1030 и приказа ректора ДВФУ №12-13-1282 от 07 июля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений протокол № 1 от « 29 » сентября 2016 г

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент Н.Я. Цимбельман

Составитель: д.т.н., доцент Т.Э. Уварова

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Инженерный эксперимент»

Рабочая программа учебной дисциплины «Инженерный эксперимент» разработана для студентов, обучающихся по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности» в соответствии с требованиями ФГОС по данному направлению.

Дисциплина «Инженерный эксперимент» входит в блок дисциплин факультативы (ФТД).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов. Учебным планом предусмотрены практические занятия (9 часов) и самостоятельная работа 27 часов. Дисциплина реализуется на 4 курсе в 8 семестре.

Цель дисциплины - получение студентами знаний о научных методах исследования в целом, а также методах физического и математического (компьютерного) моделирования и их применения для решения прикладных задач в строительстве.

Задачи дисциплины:

- дать студентам понимание закономерностей и тенденций развития научных исследований в современном обществе;
- на базе имеющихся у студентов знаний по высшей математике, физике, философии сформировать общее представление о методах моделирования в научно-исследовательской деятельности и в технике;
- изучить вопросы практического применения методов моделирования при решении прикладных научно-технических задач в строительстве с использованием современных компьютерных технологий.

Дисциплина «Инженерный эксперимент» изучается в 8 семестре, к этому моменту обучающийся имеет базовую подготовку по следующим дисциплинам: высшая математика (раздел теории подобия, численных методов, теории вероятностей и математической статистики), физика, философия, сопротивление материалов, теоретическая механика, строительная механика, гидротехнические сооружения водного транспорта, механика грунтов, сооружения речных гидроузлов и сооружения континентального шельфа являются базовыми для изучения данной дисциплины.

Для успешного изучения дисциплины «История и тенденции развития гидротехнического строительства» у студента должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1);
- владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ (ПК-2);
- знанием научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности (ПК-10);

- способностью разрабатывать проекты технико-экономического обоснования гидротехнических сооружений различных видов и их комплексов, а также руководить разработкой технического и рабочего проектов этих сооружений с использованием средств автоматизированного проектирования (ПСК-3.1);

- способностью организовать работу коллектива исполнителей, планировать выполнение работ по проектированию, строительству, мониторингу и технической эксплуатации гидротехнических сооружений и их комплексов, принимать самостоятельные технические решения (ПСК-3.2);

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-11 владением методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	знает	- основные этапы развития науки и техники, историю развития научных методов исследований; - основные понятия о методах моделирования и их классификацию; - методы математического моделирования; - методы физического моделирования;
	умеет	- применять на практике методы физического моделирования в научных исследованиях при решении прикладных задач строительства; - применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов; - анализировать имеющийся материал;
	владеет	- терминологией научных методов исследований; - навыками анализа и интерпретации результатов физического и численного (компьютерного) моделирования поставленных задач

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: решение практических проблемных задач, проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод

I СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции – не предусмотрены

II СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (9/0 час.)

Занятие 1 Моделирование в научно-технических исследованиях (2часю).

- Введение. Содержание и место дисциплины в учебном плане магистра. Цели и задачи преподавания. Место науки в современном обществе. Научные методы. История развития научных исследований. Основные этапы, закономерности и тенденции развития науки, техники и технологии. Структура науки. Основные термины и определения. Эмпирический и теоретический уровни в науке.

- Моделирование в научно-технических исследованиях. Моделирование и его роль в познании. Понятие модели. Технические средства и методы моделирования, их классификация. Исторический обзор развития методов моделирования. Постановка современных задач моделирования. Значение методов моделирования в развитии научных исследований и инженерной практике.

- Методы математического моделирования. Классификация. Основные понятия и термины. Построение математической модели. Формы представления модели. Проблемы математического описания и моделирования сложных систем. Имитационное моделирование. Статистические методы в имитационном моделировании. Методы Монте-Карло. Численное моделирование. Вероятностные вычислительные модели и их реализация на ЭВМ. Принятие решений по моделям. Применение ЭВМ в математическом моделировании для решения прикладных научно-технических задач. Обзор типовых и компьютерных программ и специализированных пакетов для математического моделирования.

- Методы физического моделирования. Классификация. Основные понятия и термины. Методы планирования и оптимизации физического эксперимента. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов. Физическое моделирование инженерных процессов. Использование ЭВМ для реализации методов физического моделирования.

Занятие 2 Теория инженерного эксперимента (2 час).

- Теория инженерного эксперимента. Эксперимент как предмет исследования. Инженерный эксперимент. Определения и термины. Натурный, лабораторный и численный эксперимент. Их взаимосвязь, краткий исторический обзор развития и области применения. Современные задачи эксперимента в науке. Место и значение инженерного эксперимента в науке и технике.

- Теория подобия. Полное, неполное и приближенное подобие при статическом действии нагрузки. Методы аналогии. Электрогидродинамическая, мембранная, магнитогидродинамическая, механическая и гидравлическая аналогии.

- Уменьшение набора переменных. Анализ размерностей. Теорема Букингема. π - теорема. Выбор безразмерных комбинаций и переменных. Метод последовательного исключения размерностей. Выбор основных размерностей. Применение анализа размерностей при проведении экспериментов.

Занятие 3. Техника инженерного эксперимента (2 час.)

- Техника инженерного эксперимента. Измерительная система. Первичная и вторичная аппаратура. Датчики для измерения давления, ускорения, скоростей и т.п. Преобразователи неэлектрических величин. Измерительные приборы. Экспериментальные установки.

- Ошибки измерений. Природа экспериментальных ошибок и неопределенностей. Классификация ошибок. Показатели случайных ошибок. Определение случайной ошибки измерительной системы. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом. Планирование экспериментов с точки зрения анализа ошибок.

- Планирование эксперимента. Определение интервала между экспериментальными измерениями. Порядок проведения эксперимента. Последовательный и случайный (рандомизированный) план эксперимента. Области их применения. Латинский и греко-латинский квадраты. Планирование многофакторных экспериментов. Классические и факторные планы. Планирование имитационных экспериментов. Эксперименты Монте-Карло. Реализация на ЭВМ.

Занятие 4 - Обработка и обсуждение результатов эксперимента (2 часа)

Проверка данных и исключение резко отклоняющихся значений. Использование ЭВМ для обработки результатов. Статистический анализ данных. Графический анализ данных. Математический анализ данных. Представление результатов эксперимента. Реферат, аннотация, статья.

Занятие 5 Зачет (1 час).

III УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Динамика гидротехнических сооружений» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Занятие 1	(ПК-11)	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
2	Занятие 2	(ПК-11)	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7

			владеет	ПР-4	Зачет, ПР15
3	Занятие 3	(ПК-11)	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
4	Занятие 4-5	(ПК-11)	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет

* Рекомендуемые формы оценочных средств: 1) устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2), доклад, сообщение (УО-3), круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); 2) технические средства контроля (ТС): тренажер (ТС-1); 3) письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам или лабораторные работы (ПР-6), конспект (ПР-7), портфолио (ПР-8), проект (ПР-9), деловая или ролевая игра (ПР-10), кейс-задача (ПР-11), рабочая тетрадь (ПР-12), расчетно-графическая работа (ПР-15), творческое задание (ПР-16)

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

При проведении текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении текущей и промежуточной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

- форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумажном носителе, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

В СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инже-неров и научных работников. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtfs/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%281905%29.xml&theme=FEFU

2. Кириллов П.Л. Имена и числа подобия [Электронный ресурс]: / Кириллов П.Л.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регу-лярная и хаотическая динамика, 2010.— 336 с. <http://www.iprbookshop.ru/16528>

3. Методы планирования и обработки результатов физического экс-перимента / Л. С. Зажигаев, А. А. Кишьян, Ю. И. Романиков. – М.: Изда-тельство Юрайт, 1978. – 231 с

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:64346&theme=FEFU>

4. Мухачев, В.А. Планирование и обработка результатов эксперимента. Учебное пособие. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 118 с. // <http://miel.tusur.ru/files/method/Muhachev%20-%20PiORE%28theory%29.pdf> (доступ свободный)

Дополнительная литература

1. Семенов Б. А Инженерный эксперимент в промышленной тепло-технике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: Учебное пособие. 2-е изд. доп., - Спб.: Издательство «Лань», 2013. – 400 с.

http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=Lan:/usr/vtls/ChamoHome/visualizer/data_lan/data_lan+%28847%29.xml&theme=FEFU

2. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статиче-ских данных : учебное пособие / Н.И. Сидняев. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 399 с.

kirgteu.com/filemanager/download/1562/

3. Бояршинова, А.К. Теория инженерного эксперимента: текст лекций [Электронный ресурс]: /А.К. Бояршинова, А.С. Фишер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 85 с. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/259652/>

4. Математические модели химических реакций: учебник / Ю. Г. Мар-ков, И. В. Маркова. – С-Пб.: Лань, 2013. - 183 с.

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

4. Бояршинова, А.К. Теория инженерного эксперимента: текст лекций [Электронный ресурс]: /А.К. Бояршинова, А.С. Фишер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 85 с. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/259652/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. Научная библиотека ДВФУ <https://lib.dvfu.ru:8443/search/query?theme=FEFU>

2. Научная электронная библиотека НЭБ <http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

3. Полнотекстовая база данных ГОСТов, действующих на территории РФ <http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>

4. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

5. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М» <http://znanium.com/>

6. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru

7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

8. Электронно-библиотечная система Международной ассоциации строительных высших учебных заведений (ЭБС АСВ) на портале ЭБС IPRBooks: <http://www.iprbookshop.ru>

9. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено ПО, кол-во рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры Гидротехники. теории зданий и сооружений ауд. Е 708, 19 рабочих мест	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Revit Architecture – система для работы с чертежами; – SCAD Office – система для расчёта строительных конструкций – Лира САПР - система для расчёта строительных конструкций – PTC MathCAD – математический пакет
Компьютерный класс кафедры Гидротехники. теории зданий и сооружений	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;

ауд. Е 709, 25 рабочих мест	<ul style="list-style-type: none"> – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Revit Architecture – система для работы с чертежами – SCAD Office – система для расчёта строительных конструкций; – Лира САПР - система для расчёта строительных конструкций – PTC MathCAD – математический пакет
-----------------------------	---

VI МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения аудиторных занятий, активной работы на практических занятиях и семинарах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной, дополнительной и нормативной литературой.

Запись конспекта лекций или практических занятий – одна из основных форм активной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Работа над текстом лекции или практического занятия способствует более глубокому пониманию материала лекции ее содержание, позволяет развивать аналитическое мышление. В конце лекции преподаватель оставляет время (5-10 минут) для того, чтобы студенты имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу.

При формировании конспекта студенту рекомендуется придерживаться некоторых правил графического дизайна оформления текста. В частности, необходимо четко выделять заголовки различных уровней шрифтами одинакового для каждого уровня исполнения. Формулировки и определения выделять обозначением на полях, шрифтом, цветом или подчеркиванием. Текст одинаковой значимости должен быть выделен одним и тем же способом.

Предпочтительным является фиксирование лекционного материала в виде таблиц или, если это возможно, организационных диаграмм.

Для наилучшего восприятия материала рекомендуется писать конспект разборчивым почерком и применять только общепринятые или понятные данному студенту сокращения.

Каждому студенту рекомендуется разработать индивидуальную систему понятных ему сокращений.

При подготовке к занятиям студент должен просмотреть конспекты лекций или практических занятий, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В случае наличия неясных моментов, требующих дополнительного разъяснения преподавателем, подготовить список вопросов, которые необходимо будет задать преподавателю на следующей лекции или ближайшей консультации, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу.

Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы курса - залог успешной работы и положительной оценки.

Рекомендации по использованию учебно-методического комплекса дисциплины.

При изучении дисциплины студентам рекомендуется пользоваться следующими учебно-методическими материалами: конспектом лекций и практических занятий по дисциплине; учебниками и учебными пособиями; государственными стандартами; периодическими изданиями по тематике изучаемой дисциплины, методическими рекомендациями по

выполнению практических и курсовых работ. Рекомендуемый перечень литературы приведен рабочей программе учебной дисциплины (см. раздел 5).

Методические указания к выполнению практических работ содержат исходные данные, содержание и порядок выполнения работ, примеры выполнения.

Пользуясь методическими указаниями к выполнению практических работ, следует избегать формализованного подхода к выполнению работы, основанного лишь на механической подстановке значений своего варианта задания в примеры выполнения работ без понимания сущности рассматриваемых процессов и алгоритма решаемой задачи.

Для подготовки отчета к защите следует проанализировать результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет завершается выводами по результатам работы.

Полностью подготовленный и надлежаще оформленный отчет практической работы передается для проверки и защиты преподавателю, ведущему практические занятия по данной дисциплине.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой следует начинать со знакомства со списком рекомендуемой учебной литературы по дисциплине (см. раздел 5 рабочей программы), в которой перечислены основная, дополнительная и нормативная литература, иные издания, интернет-ресурсы, необходимые для работы на занятиях.

Выбрав нужный источник, следует найти в нем интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, сопоставив с соответствующим разделом собственного конспекта.

В случае возникших затруднений следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Для полноты информации необходимо стремиться ознакомиться со всеми рекомендованными печатными и электронными источниками информации в необходимом для понимания темы полном объеме.

Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего специалиста.

Рекомендации по подготовке к экзамену (зачету)

Подготовка к экзамену (зачету) является завершающим этапом в изучении дисциплины (семестра). Подготовку следует начинать с первой лекции и с первого практического занятия, поскольку знания, умения и навыки формируются в течении всего периода, предшествующего экзаменационной сессии.

Перед сдачей экзамена (зачета) студент должен сдать (защитить) отчеты по всем предусмотренным учебным планом практическим работам, сдать тесты (при необходимости), курсовую работу (или проект), если такая предусмотрена учебным планом.

Уточнить время и место проведения экзамена (зачета).

При подготовке к экзамену (зачету) студенту не позднее чем за неделю до экзамена (зачета) рекомендуется подготовить перечень экзаменационных вопросов и комплект источников для подготовки ответов на экзаменационные вопросы: конспект лекций, рекомендованные учебные пособия и учебно-методические материалы. При наличии интернет-источников обеспечить доступ в интернет и подготовить список необходимых сайтов.

Подготовку к экзамену (зачету) необходимо проводить не менее трех-четырёх полных дней без существенных перерывов и отвлечения на посторонние темы.

При сдаче экзамена (зачета) необходимо учитывать, что при оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;
- умение толковать и применять нормативные акты;
- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, разделять причину и следствия процесса;
- способности дачи адекватных выводов и заключений;
- ориентирование в нормативно-технической литературе;
- логика и аргументированность изложения;
- культура ответа.

Требования к допуску на зачет/экзамен

Для допуска к зачету/экзамену студент должен:

- обязательно посещать занятия (для очной формы обучения);
- иметь конспект лекций;
- иметь материалы по практическим занятиям,
- иметь материалы выполнения лабораторных работ (при наличии в учебном плане);
- выполнить в полном объеме задания к практическим занятиям (например, решенные задач, реферат, доклад изученного материала, представленный в виде презентации и прочие задания, предусмотренные рабочей учебной программой дисциплины в рамках практических занятий);
- защитить контрольные работы и тесты (при наличии в учебном плане);
- защитить расчетно-графические работы (при наличии в учебном плане);
- защитить курсовую работу или курсовой проект (при наличии в учебном плане);

В случае невыполнения вышеизложенных требований студент *не допускается* к сдаче зачета или экзамена.

VII МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Мультимедийная аудитория, E706	Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)

Компьютерный класс кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. Е708 и Е709, на 50 человек	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK, Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi, беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувелечителем с возможностью регуляции цветowych спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

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.



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
по дисциплине «Инженерный эксперимент»

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки - очная

Владивосток

2016

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	Занятие 1	Подготовка к занятию	3	УО-1,
		Конспектирование	2	ПР-7
2	Занятие 2	Подготовка к занятию	3	УО-1,
		Конспектирование	2	ПР-7
1	Занятие 3	Подготовка к занятию	3	УО-1,
		Конспектирование	2	ПР-7
5	Занятие 4-5	Расчетно-графическая работа	10	ПР-15
		Защита расчетно-графической работы	2	
1	Подготовка к экзамену (зачету)		27	

Методические рекомендации по подготовке доклада

Доклад студента - это самостоятельная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть выбрана и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель доклада состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Подготовка доклада позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Доклад должен содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики выбранной темы доклады могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Структура доклада:

- Титульный лист;
- Введение - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически;
- На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования;
- Основная часть - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание доклада и это представляет собой главную трудность. Поэтому, большое значение имеет структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.
- Заключение - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает доклад или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл, и

значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Доклад студента следует сопровождать презентационными материалами.

Методические рекомендации по подготовке мультимедиа презентации

1. Первый слайд должен содержать название доклада, ФИО и координаты (номер группы, направление подготовки, адрес электронной почты) выступающего. Каждый слайд должен иметь заголовок и быть пронумерованным в формате 1/11.

2. Презентация выполняется в программе MS PowerPoint.

3. Презентация начинается с аннотации, где на одном-двух слайдах дается представление, о чем пойдет речь. Большая часть презентаций требует оглашения структуры или ее содержания.

4. Презентация не заменяет, а дополняет доклад. Не надо писать на слайдах то, что можно сказать словами.

5. Оптимальная скорость переключения — один слайд за 1–2 минуты. Для кратких выступлений допустимо два слайда в минуту, но не быстрее. Слушатели должны успеть воспринять информацию и со слайда, и на слух. «Универсальная» оценка – число слайдов равно продолжительности выступления в минутах.

6. Размер шрифта основного текста – не менее 18pt, заголовки ≥ 32 pt. Наиболее читабельным и традиционно используемым в научных исследованиях является Times New Roman. Необходимо оформлять все слайды в едином стиле.

7. При подготовке презентации рекомендуется в максимальной степени использовать графики, схемы, диаграммы и модели с их кратким описанием. Фотографии и рисунки делают представляемую информацию более интересной и помогают удерживать внимание аудитории, давая возможность ясно понять суть предмета.

Критерии оценки (устного доклада, реферата, сообщения, в том числе выполненных в форме презентаций):

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

✓ 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы, то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта

структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовл.)	61-75 баллов (удовл.)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Примерная тематика реферативных работ.

1. Теория подобия и размерностей. Методы аналогии. Моделирование.
2. Основные этапы, закономерности и тенденции развития науки, техники и технологии.
3. Моделирование и его роль в познании.
4. Исторический очерк развития натурального, лабораторного и численного экспериментов.
5. Технические средства и методы моделирования.
6. Математическое моделирование.
7. Физическое моделирование.
8. Теория планирования эксперимента: модели и методы.
9. Научные методы познания.
10. Моделирование в научно-технических исследованиях. Анализ современных задач.
11. Введение в факторное планирование эксперимента.
12. Ошибки измерения и эмпирические зависимости.
13. Методы планирования и оптимизации физического эксперимента.
14. Методы обработки опытных данных и результатов измерений.
15. Практическое применение методов теории размерностей и подобия в инженерно-строительных расчетах.
16. Имитационное моделирование. Статистические методы и реализация на ЭВМ.
17. Теоретические основы планирования эксперимента в научных и инженерных исследованиях.
18. Вычислительный эксперимент.
19. Эксперимент. Модель. Теория.
20. Измерительные приборы и системы.
21. Статистические методы моделирования и планирования эксперимента в строительстве

Расчетно-графическая работа
АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

1 Предварительная статистическая обработка экспериментальных данных

В таблице 1 приведены результаты исследования зависимости ударной вязкости стали 08X18H10T от содержания в ней фосфора и титана.

Таблица 1 - Результаты исследования

Номер эксперимента	(x_1) , %	(x_2) , %	(y)
1	0,56	0,027	30,25
2	0,57	0,025	33,75
3	0,41	0,026	30,00
4	0,62	0,034	24,67
5	0,58	0,034	25,18
6	0,60	0,032	28,55
7	0,63	0,034	23,18
8	0,63	0,034	24,00
9	0,53	0,035	23,04
10	0,62	0,025	34,58
11	0,62	0,034	25,29
12	0,63	0,033	23,66
13	0,67	0,030	24,25
14	0,56	0,033	22,16
15	0,62	0,023	34,16
16	0,62	0,023	33,48
17	0,46	0,022	35,23
18	0,60	0,025	33,33
19	0,58	0,030	23,68
20	0,58	0,030	24,16
21	0,59	0,030	24,01
22	0,59	0,030	23,78
23	0,49	0,034	22,19
24	0,57	0,023	34,26
25	0,71	0,024	32,16
26	0,71	0,024	32,78
27	0,67	0,024	32,65
28	0,57	0,033	22,98
29	0,63	0,028	26,15
30	0,63	0,026	30,47
31	0,62	0,032	24,71
32	0,58	0,025	31,84
33	0,57	0,030	24,05
34	0,51	0,034	22,65
35	0,63	0,033	23,48

Для статистической обработки выборочных данных воспользуемся инструментом Microsoft Excel Пакет анализа. Чтобы определить характеристики выборки используется процедура Описательная статистика.

Проанализировав данные, получим следующие результаты (рисунок 1)

x1		x2		y	
Среднее	0,593142857	Среднее	0,029114286	Среднее	27,56457143
Стандартная ошибка	0,010434088	Стандартная ошибка	0,000720877	Стандартная ошибка	0,773388522
Медиана	0,6	Медиана	0,03	Медиана	25,18
Мода	0,62	Мода	0,034	Мода	#Н/Д
Стандартное отклонение	0,061728601	Стандартное отклонение	0,00426181	Стандартное отклонение	4,575428198
Дисперсия выборки	0,00381042	Дисперсия выборки	1,8163E-05	Дисперсия выборки	20,93454319
Эксцесс	1,735451298	Эксцесс	-1,538908694	Эксцесс	-1,579160977
Асимметричность	-0,801249437	Асимметричность	-0,197376317	Асимметричность	0,421789764
Интервал	0,3	Интервал	0,013	Интервал	13,07
Минимум	0,41	Минимум	0,022	Минимум	22,16
Максимум	0,71	Максимум	0,035	Максимум	35,23
Сумма	20,76	Сумма	1,019	Сумма	964,76
Счет	35	Счет	35	Счет	35

Рисунок 1 – Результаты анализа

Представим результаты измерений в виде вариационного ряда (таблица 2)

Таблица 2 - Вариационный ряд

Номер эксперимента	(x_1)	(x_2)	(y)
1	0,41	0,022	22,16
2	0,46	0,023	22,19
3	0,49	0,023	22,65
4	0,51	0,023	22,98
5	0,53	0,024	23,04
6	0,56	0,024	23,18
7	0,56	0,024	23,48
8	0,57	0,025	23,66
9	0,57	0,025	23,68
10	0,57	0,025	23,78
11	0,57	0,025	24,00
12	0,58	0,026	24,01
13	0,58	0,026	24,05
14	0,58	0,027	24,16
15	0,58	0,028	24,25
16	0,59	0,030	24,67
17	0,59	0,030	24,71
18	0,60	0,030	25,18
19	0,60	0,030	25,29
20	0,62	0,030	26,15
21	0,62	0,030	28,55
22	0,62	0,032	30,00
23	0,62	0,032	30,25
24	0,62	0,033	30,47
25	0,62	0,033	31,84
26	0,63	0,033	32,16
27	0,63	0,033	32,65
28	0,63	0,034	32,78
29	0,63	0,034	33,33
30	0,63	0,034	33,48
31	0,63	0,034	33,75
32	0,67	0,034	34,16
33	0,67	0,034	34,26
34	0,71	0,034	34,58
35	0,71	0,035	35,23

Вычислим доверительные интервалы для среднего арифметического при 95–; 99–; 99,9 %-ной доверительной вероятности (таблица 3), используя процедуру Описательная статистика.

Таблица 3 - Доверительные интервалы

Уровень надежности	ДИ (x1)	ДИ (x2)	ДИ (y)
95 %	0,593±0,021	0,029±0,001	27,565±1,572
99 %	0,593±0,028	0,029±0,002	27,565±2,110
99,9 %	0,593±0,038	0,029±0,003	27,565±2,785

2 Проверка гипотезы о нормальном распределении случайной величины

Для оценки соответствия имеющихся экспериментальных данных нормальному закону распределения, воспользуемся графическим методом и критерием согласия хи-квадрат.

Сформулируем нулевую гипотезу H_0 и альтернативную гипотезу H_1 [1, 3]:

H_0 – «Отличие экспериментальных данных от нормального закона распределения не существенно»,

H_1 – «Экспериментальные данные не подчиняются закону нормального распределения».

Если $\chi^2 < \chi_{\alpha; m}^2$, где χ^2 - экспериментальное значение критерия Пирсона, а $\chi_{\alpha; m}^2$ - теоретическое значение критерия Пирсона, то нуль-гипотеза о нормальном законе распределения экспериментальных данных принимается с доверительной вероятностью $P = 1 - \alpha$. В противном случае нуль-гипотеза отвергается и принимается альтернативная гипотеза.

1. Для У

Таблица 4 - Данные для вычисления критерия Пирсона

Интервал	n_i	$F(x_i)$	$P_i = F(x_i) - F(x_{i-1})$	$n \cdot P_i$	$n_i - n \cdot P_i$	χ^2
22,1 - 24,3	15	0,238	0,238	8,322	6,678	5,359
24,3 - 26,5	5	0,408	0,170	5,958	-0,958	0,154
26,5 - 28,7	1	0,598	0,190	6,649	-5,649	4,800
28,7 - 30,9	3	0,767	0,169	5,915	-2,915	1,437
30,9 - 33,1	4	0,887	0,120	4,194	-0,194	0,009
33,1 - 35,3	7	0,955	0,068	2,370	4,630	9,042

Экспериментальное значение критерия Пирсона определяется суммированием данных последнего столбца таблицы 4.

Теоретическое значение критерия Пирсона определяется при заданном уровне значимости α и числе степеней свободы $m = n - 2$ с использованием функции Microsoft Excel ХИ2ОБР($\alpha; m$). Тогда $\chi_{0,05; 4}^2 = 9,488$.

Т.к. $20,801 > 9,488$, т.е. $\chi^2 > \chi_{0,05; 4}^2$, то принимается альтернативная гипотеза, следовательно, экспериментальные данные не подчиняются закону нормального распределения.

Для построения гистограммы необходимо предварительно сгруппировать данные и вычислить относительные частоты (таблица 5).

Таблица 5 - Данные для построения гистограммы

№ интервала	Интервал	n_i	$W_i = n_i/n$	W_i/h
1	22,1 - 24,3	15	0,43	0,19
2	24,3 - 26,5	5	0,14	0,06
3	26,5 - 28,7	1	0,03	0,01
4	28,7 - 30,9	3	0,09	0,04
5	30,9 - 33,1	4	0,11	0,05
6	33,1 - 35,3	7	0,20	0,09

Построим гистограмму относительных частот (рисунок 2)

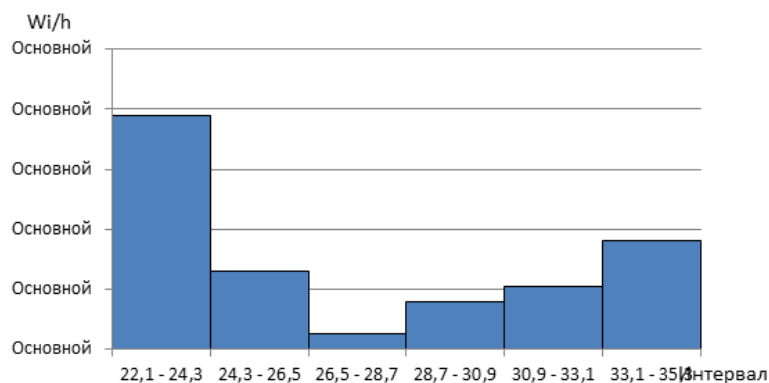


Рисунок 2 – Гистограмма частот

По гистограмме видно, что экспериментальные данные не подчиняются закону нормального распределения.

2. Для X_1

Таблица 6 - Данные для вычисления критерия Пирсона

Интервал	n_i	$F(x_i)$	$P_i = F(x_i) - F(x_{i-1})$	$n \cdot P_i$	$n_i - n \cdot P_i$	χ^2
0,41 - 0,46	2	0,016	0,016	0,543	1,457	3,913
0,46 - 0,51	2	0,090	0,075	2,618	-0,618	0,146
0,51 - 0,56	3	0,301	0,211	7,383	-4,383	2,602
0,56 - 0,61	12	0,617	0,316	11,046	0,954	0,082
0,61 - 0,66	12	0,868	0,251	8,777	3,223	1,183
0,66 - 0,71	4	0,973	0,106	3,702	0,298	0,024

Т.к. $7,950 < 9,488$, т.е. $\chi^2 < \chi_{0,05;4}^2$, то принимается нулевая гипотеза, следовательно, отличие экспериментальных данных от нормального закона распределения не существенно.

Построим гистограмму относительных частот (рисунок 3)

Таблица 7 - Данные для построения гистограммы

№ интервала	Интервал	n_i	$W_i = n_i/n$	W_i/h
1	0,41 - 0,46	2	0,06	1,13
2	0,46 - 0,51	2	0,06	1,13
3	0,51 - 0,56	3	0,09	1,70
4	0,56 - 0,61	12	0,34	6,79
5	0,61 - 0,66	12	0,34	6,79
6	0,66 - 0,71	4	0,11	2,26

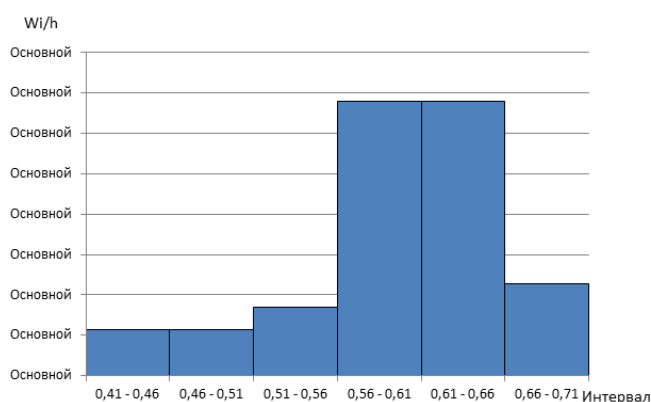


Рисунок 3 – Гистограмма частот

По гистограмме видно, что отличие экспериментальных данных от нормального закона распределения не существенно.

3. Для X_2

Таблица 8 - Данные для вычисления критерия Пирсона

Интервал	n_i	$F(x_i)$	$P_i = F(x_i) - F(x_{i-1})$	$n \cdot P_i$	$n_i - n \cdot P_i$	χ^2
0,023 - 0,025	11	0,167	0,167	5,851	5,149	4,531
0,025 - 0,027	3	0,324	0,157	5,483	-2,483	1,125
0,027 - 0,029	1	0,520	0,197	6,883	-5,883	5,028
0,029 - 0,032	6	0,712	0,192	6,709	-0,709	0,075
0,032 - 0,034	6	0,857	0,145	5,078	0,922	0,167
0,034 - 0,036	8	0,943	0,085	2,985	5,015	8,428

Т.к. $19,354 > 9,488$, т.е. $\chi^2 > \chi_{0,05;4}^2$, то принимается альтернативная гипотеза, следовательно, экспериментальные данные не подчиняются закону нормального распределения.

Построим гистограмму относительных частот (рисунок 4)

Таблица 9 - Данные для построения гистограммы

№ интервала	Интервал	n_i	$W_i = n_i/n$	W_i/h
1	0,023 - 0,025	11	0,31	145,05
2	0,025 - 0,027	3	0,09	39,56
3	0,027 - 0,029	1	0,03	13,19
4	0,029 - 0,032	6	0,17	79,12
5	0,032 - 0,034	6	0,17	79,12
6	0,034 - 0,036	8	0,23	105,49

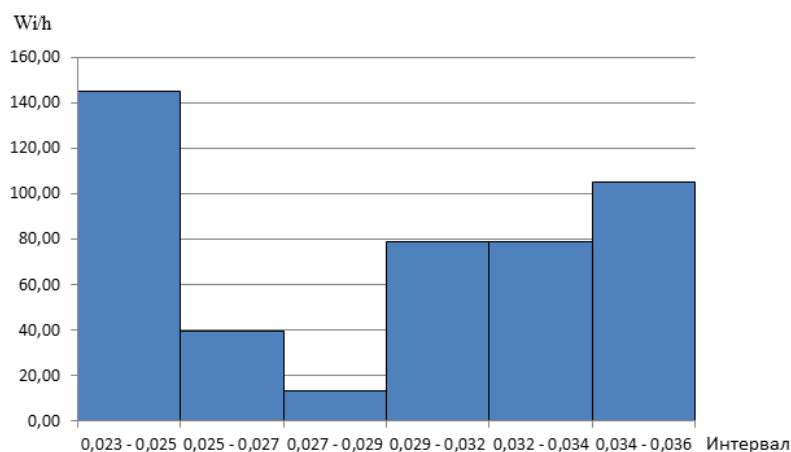


Рисунок 4 – Гистограмма частот

По гистограмме видно, что экспериментальные данные не подчиняются закону нормального распределения.

3 Проверка экспериментальных данных на наличие грубой погрешности

Для проверки данных применим статистические критерии Граббса и трех сигм.

Сформулируем нулевую гипотезу H_0 и альтернативную гипотезу H_1 :

H_0 – грубой погрешности (промаха) нет,

H_1 – грубая погрешность (промах) есть.

При использовании критерия Граббса, если $|\bar{x} - x_i|/S \geq \vartheta_p$, то нулевую гипотезу отвергают и принимают альтернативную.

При использовании критерия трех сигм, если $|\bar{x} - x_i| > 3\sigma$, то нулевую гипотезу отвергают и принимают альтернативную.

Таблица 10 - Проверка на промахи

y		x2		x1	
x_i	$ \bar{x} - x_i /S$	x_i	$ \bar{x} - x_i /S$	x_i	$ \bar{x} - x_i $
30,25	0,59	0,027	0,496	0,56	0,033

33,75	1,35	0,025	0,965	0,57	0,023
30,00	0,53	0,026	0,731	0,41	0,183
24,67	0,63	0,034	1,146	0,62	0,027
25,18	0,52	0,034	1,146	0,58	0,013
28,55	0,22	0,032	0,677	0,6	0,007
23,18	0,96	0,034	1,146	0,63	0,037
24,00	0,78	0,034	1,146	0,63	0,037
23,04	0,99	0,035	1,381	0,53	0,063
34,58	1,53	0,025	0,965	0,62	0,027
25,29	0,50	0,034	1,146	0,62	0,027
23,66	0,85	0,033	0,912	0,63	0,037
24,25	0,72	0,030	0,208	0,67	0,077
22,16	1,18	0,033	0,912	0,56	0,033
34,16	1,44	0,023	1,435	0,62	0,027
33,48	1,29	0,023	1,435	0,62	0,027
35,23	1,68	0,022	1,669	0,46	0,133
33,33	1,26	0,025	0,965	0,60	0,007
23,68	0,85	0,030	0,208	0,58	0,013
24,16	0,74	0,030	0,208	0,58	0,013
24,01	0,78	0,030	0,208	0,59	0,003
23,78	0,83	0,030	0,208	0,59	0,003
22,19	1,17	0,034	1,146	0,49	0,103
34,26	1,46	0,023	1,435	0,57	0,023
32,16	1,00	0,024	1,200	0,71	0,117
32,78	1,14	0,024	1,200	0,71	0,117
32,65	1,11	0,024	1,200	0,67	0,077
22,98	1,00	0,033	0,912	0,57	0,023
26,15	0,31	0,028	0,261	0,63	0,037
30,47	0,64	0,026	0,731	0,63	0,037
24,71	0,62	0,032	0,677	0,62	0,027
31,84	0,93	0,025	0,965	0,58	0,013
24,05	0,77	0,030	0,208	0,57	0,023
22,65	1,07	0,034	1,146	0,51	0,083
23,48	0,89	0,033	0,912	0,63	0,037
$\vartheta_p = 2,853$		$\vartheta_p = 2,853$		$3\sigma = 0,185$	

Проанализировав данные таблицы 10, убедимся, что грубых погрешностей нет.

4 Корреляционный и регрессионный анализ экспериментальных данных

Для нахождения коэффициентов корреляции воспользуемся процедурой Корреляция из Пакета анализа [1].

Получим следующие результаты

	x1	x2	y
Титан	1		
Фосфор	-0,097553206	1	
Ударная вязкость	0,100054035	-0,922203074	1

Рисунок 5 – Коэффициент корреляции

Из полученных результатов видно, что между ударной вязкостью и содержанием титана в стали существует очень слабая прямая зависимость, а между ударной вязкостью и содержанием фосфора в стали существует очень сильная обратная связь.

Проверим значимость коэффициента корреляции.

Сформулируем нулевую гипотезу H_0 и альтернативную гипотезу H_1 :

H_0 – коэффициент корреляции равен нулю,

H_1 – коэффициент корреляции не равен нулю.

Если $|t| > t_{\alpha;f}$, где $f = n - 2$, то нулевая гипотеза на уровне значимости α отвергается, т.е. связь между переменными значима.

t -статистика находится по формуле

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}. \quad (1)$$

$t_{\alpha;f}$ – табличное значение, при $\alpha = 0,05$, $f = 33$, $t_{0,05;33} = 2,035$.

Для взаимосвязи ударная вязкость-титан:

$$= \frac{0,1 \cdot \sqrt{35-2}}{\sqrt{1-0,1^2}} = 0,578.$$

Поскольку $|t| < t_{0,05;33}$, нулевую гипотезу принимаем, т.е. связь между ударной вязкостью и содержанием титана в стали незначима.

Для взаимосвязи ударная вязкость-фосфор:

$$t = \frac{-0,922 \cdot \sqrt{35-2}}{\sqrt{1-(-0,922)^2}} = -13,699.$$

Поскольку $|t| > t_{0,05;33}$, нулевую гипотезу отвергаем, т.е. связь между ударной вязкостью и содержанием фосфора в стали значима.

Проведем регрессионный анализ с помощью процедуры Регрессия из Пакета анализа Microsoft Excel [2].

Для взаимосвязи ударная вязкость-титан, получим следующие результаты

Регрессионная статистика						
Множественный R	0,100054035					
R-квадрат	0,01001081					
Нормированный R-квадрат	-0,019988862					
Стандартная ошибка	4,620930739					
Наблюдения	35					
Дисперсионный анализ						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
Регрессия	1	7,12543892	7,12543892	0,333697308	0,567411007	
Остаток	33	704,6490297	21,3530009			
Итого	34	711,7744686				
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	23,16572071	7,654830625	3,026287824	0,004772847	7,591850707	38,73959072
Переменная X 1	7,416174135	12,83818315	0,577665395	0,567411007	-18,70330587	33,53565415

Рисунок 6 – Регрессионная статистика

В строке Регрессия, столбец Значимость F, рисунка 7, приводится уровень значимости критерия Фишера – p , который должен быть меньше, 0,05 для значимой модели. Т.к. в нашем случае $p = 0,567411007$, то модель незначима.

R-квадрат показывает степень точность описания моделью процесса. Поскольку R-квадрат $< 0,6$, точность аппроксимации недостаточна.

Для взаимосвязи ударная вязкость-фосфор, получим следующие результаты

<i>Регрессионная статистика</i>						
Множественный R	0,922203074					
R-квадрат	0,85045851					
Нормированный R-квадрат	0,84592695					
Стандартная ошибка	1,795953486					
Наблюдения	35					
<i>Дисперсионный анализ</i>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
Регрессия	1	605,3346541	605,3346541	187,6745435	3,59731E-15	
Остаток	33	106,4398144	3,225448922			
Итого	34	711,7744686				
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
Y-пересечение	56,38964051	2,1258925	26,52516084	7,85375E-24	52,0644797	60,71480132
Переменная X 1	-990,0661608	72,27057882	-13,69943588	3,59731E-15	-1137,101759	-843,0305626

Рисунок 7 – Регрессионная статистика

Т.к. уровень значимости критерия Фишера меньше 0,05 (рисунок 8), то модель значима, а поскольку R-квадрат равен 0,85, то точность аппроксимации удовлетворительна.

Значения коэффициентов модели указаны в столбце Коэффициенты, следовательно: $a = -990,07$, $b = 56,39$. Значимость коэффициентов указана в столбце P-Значение. При P-Значение $< 0,05$, коэффициент значим. Т.к. P-Значение для обоих коэффициентов меньше 0,05, то коэффициенты значимы.

Выражение для определения ударной вязкости в зависимости от содержания фосфора в стали будет иметь вид:

$$Y = 56,39 - 990,07X$$



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Инженерный эксперимент»

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки - очная

Владивосток

2016

Паспорт ФОС по дисциплине «Инженерный эксперимент»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-11 владением методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	знает	- основные этапы развития науки и техники, историю развития научных методов исследований; - основные понятия о методах моделирования и их классификацию; - методы математического моделирования; - методы физического моделирования;
	умеет	- применять на практике методы физического моделирования в научных исследованиях при решении прикладных задач строительства; - применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов; - анализировать имеющийся материал;
	владеет	- терминологией научных методов исследований; - навыками анализа и интерпретации результатов физического и численного (компьютерного) моделирования поставленных задач

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине «Инженерный эксперимент»

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Занятие 1	(ПК-11)	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
2	Занятие 2	(ПК-11)	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет, ПР15
3	Занятие 3	(ПК-11)	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
4	Занятие 4-5	(ПК-11)	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет

* Рекомендуемые формы оценочных средств: 1) устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2), доклад, сообщение (УО-3), круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); 2) технические средства контроля (ТС): тренажер (ТС-1); 3) письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам или лабораторные работы (ПР-6), конспект (ПР-7), портфолио (ПР-8), проект (ПР-9), деловая или ролевая игра (ПР-10), кейс-задача (ПР-11), рабочая тетрадь (ПР-12), расчетно-графическая работа (ПР-15), творческое задание (ПР-16)

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
ПК-11 владением методами математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-	знает (пороговый)	- основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения	- способен использовать методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов из различных материалов по предельным расчетным состояниям на различные воздействия

вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	умеет (продвинутый)	- применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	- способен выбрать наиболее рациональный методы расчета при различных воздействиях - способен найти распределение усилий и напряжений, обеспечить необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов
	владеет (высокий)	- навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач	- способен применять методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования для расчета сооружений в нелинейной постановке

Шкала измерения уровня сформированности компетенций

Итоговый балл	1-60	61-75	76-85	86-100
Оценка (пятибалльная шкала)	2 неудовл.	3 удовл.	4 хорошо	5 отлично
Уровень сформированности компетенций	отсутствует	пороговый (базовый)	продвинутый	высокий (креативный)

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Динамика гидротехнических сооружений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Динамика гидротехнических сооружений» проводится в форме контрольных мероприятий (*защиты практической работы, доклад и презентация реферата*) 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 (задания и критерии оценки размещены в Приложении 1)

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Динамика гидротехнических сооружений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Вид промежуточной аттестации – экзамен (1 семестр) – письменный ответ. В результате посещения лекций, практических занятий и семинаров студент последовательно осваивает материалы дисциплины. В ходе промежуточной аттестации студент отвечает на вопросы экзаменационного билета.

Оценочные средства для текущей аттестации

Типовые вопросы к экзамену (зачету)

1. Научные методы. История развития научных исследований.
2. Основные этапы, закономерности и тенденции развития науки.
3. Структура науки. Основные термины и определения.
4. Эмпирический и теоретический уровни в науке.
5. Моделирование и его роль в познании. Понятие модели.
6. Технические средства и методы моделирования, их классификация.
7. Исторический обзор развития методов моделирования. Постановка современных задач моделирования.
8. Значение методов моделирования в развитии научных исследований и инженерной практике.
9. Методы математического моделирования. Классификация. Основные понятия и термины.
10. Построение математической модели. Формы представления модели.
11. Проблемы математического описания и моделирования сложных систем. Имитационное моделирование.
12. Статистические методы в имитационном моделировании.
13. Методы Монте-Карло.
14. Численное моделирование.
15. Вероятностные вычислительные модели и их реализация на ЭВМ.
16. Принятие решений по математическим моделям.
17. Применение ЭВМ в математическом моделировании для решения прикладных научно-технических задач. Обзор типовых и компьютерных программ и специализированных пакетов для математического моделирования.
18. Методы физического моделирования. Классификация. Основные понятия и термины.
19. Методы планирования и оптимизации физического эксперимента.
20. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов.
21. Физическое моделирование инженерных процессов.
22. Использование ЭВМ для реализации методов физического моделирования.
23. Эксперимент как предмет исследования. Инженерный эксперимент. Определения и термины.
24. Место и значение эксперимента в науке и технике. Современные задачи эксперимента.
25. Натурный, лабораторный и численный эксперимент. Их взаимосвязь, краткий исторический обзор развития и области применения.
26. Теория подобия. Основные положения.
27. Методы аналогии. Электрогидродинамическая, мембранная, магнитогидродинамическая, механическая и гидравлическая аналогии.
28. Техника инженерного эксперимента. Измерительная система. Измерительные приборы.
29. Первичная и вторичная аппаратура. Преобразователи неэлектрических величин.
30. Экспериментальные установки.
31. Ошибки измерений. Природа экспериментальных ошибок и неопределенностей.
32. Классификация ошибок. Показатели случайных ошибок.
33. Определение случайной ошибки измерительной системы.

34. Ошибка и неопределенность эксперимента в целом. Планирование экспериментов с точки зрения анализа ошибок.
35. Уменьшение набора переменных. Анализ размерностей.
36. Теорема Букингема.
37. π - теорема.
38. Выбор безразмерных комбинаций и переменных.
39. Метод последовательного исключения размерностей. Выбор основных размерностей. Применение анализа размерностей при проведении экспериментов.
40. Планирование эксперимента. Определение интервала между экспериментальными измерениями.
41. Порядок проведения эксперимента.
42. Последовательный и случайный (рандомизированный) план эксперимента. Области их применения.
43. Латинский и греко-латинский квадраты.
44. Планирование многофакторных экспериментов. Классические и факторные планы.
45. Планирование имитационных экспериментов. Общие факторные планы и их анализ.
46. Планирование имитационных экспериментов. Методы множественных сравнений.
47. Планирование имитационных экспериментов. Методы множественного ранжирования.
48. Эксперименты Монте-Карло. Цель эксперимента. Факторы в эксперименте. План эксперимента. Реализация на ЭВМ.
49. Обработка и обсуждение результатов эксперимента. Проверка данных и исключение резко отклоняющихся значений.
50. Использование ЭВМ для обработки результатов эксперимента: статистический, графический и математический анализ данных.
51. Представление результатов эксперимента.

Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене по дисциплине

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86 баллов	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 баллов	<i>«зачтено»/ «удовл»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	<i>«не зачтено»/ «неудовл»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.