




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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Теплоснабжение, вентиляция,  
кондиционирование воздуха, газоснабжение  
и освещение

  
(подпись) А.С. ШТЫМ  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 13 » июня 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Инженерных систем зданий и сооружений

  
(подпись) А.В. Кобзарь  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 13 » июня 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Комплексное моделирование инженерных систем

**Направление подготовки – 08.06.01 Техника и технологии строительства**

Профиль «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,  
газоснабжение и освещение»

**Форма подготовки - очная**

курс 2 семестр 3, 4  
лекции 18 (час.)  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. 10 / пр. 10 /лаб. - \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.)  
самостоятельная работа 108 (час.)  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет 3,4 семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 873

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инженерных систем зданий и сооружений, протокол № 10 от «13» июня 2017 г.

Составитель (ли): канд. хим. наук, ст. преподаватель А.В. Перфильев

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

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

Протокол от «25» июня 2018 г. № 8

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Комплексное моделирование инженерных систем»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Комплексное моделирование инженерных систем» разработана для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства, профиль «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Дисциплина относится к блоку вариативной части, обязательные дисциплины учебного плана (шифр Б1.В.ОД.4). Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, в том числе: 18 часов лекций, 18 часов практических занятий, 108 часов самостоятельной работы. Форма контроля – зачет. Дисциплина изучается в третьем и четвертом семестрах на втором курсе.

**Целью дисциплины** «Комплексное моделирование инженерных систем» является приобретение аспирантами знаний о методах моделирования систем теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха и основных процессов теплообмена, гидро- и газодинамики.

### **Задачи дисциплины:**

1. получение представлений об основных методах моделирования процессов теплообмена, гидро- и газодинамики, построении математических моделей инженерных сетей и систем с помощью программного комплекса САПР;
2. усвоение принципов разработки и особенностей пользовательского интерфейса программного комплекса САПР;
3. приобретения навыков решения задач математического анализа, применительно к моделированию систем теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха;
4. формирование предпосылок для компьютерного исследования задач тех областей исследования, которые соответствуют научной тематике аспиранта.

Для успешного изучения дисциплины «Комплексное моделирование инженерных систем» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-2 - способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

УК-4 - готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

ОПК-3 - способностью соблюдать нормы научной этики и авторских прав;

ОПК-5 - способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций;

ОПК-7 - готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области строительства.

Вышеуказанные компетенции приобретаются при освоении следующих дисциплин аспирантуры: история и философия науки, иностранный язык.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 - владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	Знает	основные положения теории подобия и принципы математического моделирования
	Умеет	планировать и выполнять инженерный эксперимент
	Владеет	навыком использования современного исследовательского оборудования и приборов
ОПК-2-владением культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием	Знает	основы культуры научного исследования
	Умеет	использовать информационно-коммуникационные технологии для проведения научных исследований
	Владеет	технологией моделирования различных

новейших информационно-коммуникационных технологий		технологических процессов
<b>ПК-1-</b> способность применять на практике знания о системах теплогазоснабжения и вентиляции, обобщать полученные результаты натурных обследований и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований	Знает	методы проведения современных натурных обследований и модельных исследований
	Умеет	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов, при решении исследовательских и практических задач обобщать полученные результаты, формулировать выводы и практические рекомендации
	Владеет	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Комплексное моделирование инженерных систем» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: доклад, сообщение с применением презентационного материала, обсуждение, дискуссия, выводы по теме с применением презентационного материала, проблемные лекции и анализ конкретных ситуаций.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **МОДУЛЬ 1. Введение в математическое моделирование строительно-технологических задач (10 час.)**

### **Раздел I. Основы системного анализа и моделирования (10 час.)**

#### **Тема 1. Основы системного анализа и моделирования (2 час.)**

Этапы системного анализа, существующие подходы анализа системы, понятие о моделировании, классификация моделей, основные этапы и принципы моделирования.

#### **Тема 2. Понятие о математической статистике (2 час.)**

Задачи математической статистики, четыре этапа, области применения статистических методов обработки данных, метод множественной корреляции.

#### **Тема 3. Математическое моделирование строительно-технологических задач (4 час.)**

Понятие о полиноме, отклике, факторах и уровнях варьирования, факторном пространстве, первичная статистическая обработка результатов эксперимента, Математическая модель эксперимента, метод наименьших квадратов, дисперсионная матрица оценок, критерии для оптимального планирования, планы для построения линейных и неполных квадратичных моделей, планы для построения полиномиальных моделей второго порядка, регрессионный анализ модели, анализ математической модели, решение оптимизационных задач, принцип имитационного моделирования.

#### **Тема 4. Моделирование в строительстве (2 час.)**

Модели линейного программирования, нелинейные модели, модели динамического программирования, оптимизационные модели, модели управления запасами, целочисленные модели, цифровые, вероятностно-статистические, графические, сетевые.

## **МОДУЛЬ 2. Решение практических задач в САПР Solidworks (8 час.)**

## **Раздел I. Гидрогазодинамика и теплопередача — Solidworks Flow Simulation (8 час.)**

### **Тема 1. Дозвуковое обтекание крыла при различных углах атаки (1 час.)**

Постановка задачи, плоская нестационарная модель для бесконечного крыла, стационарная модель для крыла конечного размаха, крыло конечного размаха при 0,8 М, модифицированная расчетная модель.

### **Тема 2. Исследование течения в фильтрующей установке (1 час.)**

Постановка задачи, получение характеристик пористой среды, расчет течения в колонне, расчёт потоков, расчёт величины потери давления при прохождении жидкости через стенки фильтра.

### **Тема 3. Тепловой расчет сушилки гальванотехнического производства (2 час.)**

Постановка задачи, расчетная модель: расчёт тепловых нагрузок, расчёт параметров вентилятора, результаты, выводы.

Данное занятие проходит с использованием метода активного обучения – проблемная лекция. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. В течение лекции мышление аспирантов происходит с помощью создания преподавателем проблемной ситуации до того, как они получают всю необходимую информацию, составляющую для них новое знание.

### **Тема 4. Моделирование холодильной витрины (2 час.)**

Постановка задачи, анализ возможности упрощения расчетной модели, расчетная модель: расчёт параметров испарителя, расчёт параметров теплоизоляции, результаты, расчет с учетом влажности, выводы.

Данное занятие проходит с использованием метода активного обучения – проблемная лекция. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. В течение лекции мышление аспирантов происходит с помощью

создания преподавателем проблемной ситуации до того, как они получают всю необходимую информацию, составляющую для них новое знание.

#### **Тема 5. Тепловая модель офисного помещения (2 час.)**

Постановка задачи, построение расчетной модели: расчёт теплового режима с учётом теплопроводности строительных конструкций, результаты и их интерпретация, расчет с учетом влажности, выводы.

Данное занятие проходит с использованием метода активного обучения – проблемная лекция. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. В течение лекции мышление аспирантов происходит с помощью создания преподавателем проблемной ситуации до того, как они получают всю необходимую информацию, составляющую для них новое знание.

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

### **Практические занятия (18 час.)**

**Занятие 1. Основные понятия и принципы. Построение нового двухмерного эскиза (2 час.)**

Основные понятия и принципы работы в Solidworks, создание нового документа детали, правила создания эскизов, взаимосвязи и их назначение, добавление размеров.

**Занятие 2. Работа с двухмерными эскизами (2 час.)**

Основные понятия и принципы работы в Solidworks, отображение разреза, отображение нескольких видов, редактирование деталей, работа с эскизами.

**Занятие 3. Сборка (2 час.)**

Вставка компонентов и условия сопряжения в сборке, сопряжения в сборке, массив компонентов сборки зеркальное отражение компонентов вид с разнесенными частями, разрез модели.

**Занятие 4. Чертежи и анимация (2 час.)**



Виды деталей и сборок, двухмерное рисование в чертежах, основные надписи, анимация.

#### **Занятие 5. Дополнительные возможности SolidWorks (2 час.)**

Библиотечные элементы, динамическое редактирование элементов, массовые характеристики и характеристики сечения, освещение, импорт и экспорт документов.

#### **Занятие 6. Цилиндрическая оболочка с эллиптическим днищем (2 час.)**

Постановка задачи, расчет конструкции по оболочечной модели, расчет конструкции при действии давления по плоской модели, выводы.

#### **Занятие 7. Гидравлическая модель центробежного насоса (2 час.)**

Постановка задачи, расчетная модель, базовый расчет, анализ сходимости, расчет при различных расходах, учет кавитации, выводы

Данное занятие проходит с использованием метода активного обучения – анализ конкретных ситуаций (case-study). Метод анализа конкретных ситуаций развивает способность к анализу реальных научных задач. Сталкиваясь с конкретной задачей, студент должен определить: в чем заключается проблема, предложить методы решения данной задачи. Этот опыт незаменим в последующей самостоятельной научной деятельности.

#### **Занятие 8. Исследование гидропривода буровой установки (2 час.)**

Постановка задачи, расчетная модель, результаты и их интерпретация, выводы.

Данное занятие проходит с использованием метода активного обучения – анализ конкретных ситуаций (case-study). Метод анализа конкретных ситуаций развивает способность к анализу реальных научных задач. Сталкиваясь с конкретной задачей, студент должен определить: в чем заключается проблема, предложить методы решения данной задачи. Этот опыт незаменим в последующей самостоятельной научной деятельности.

#### **Занятие 9. Газодинамика автомобильного турбокомпрессора (2 час.)**

Постановка задачи, расчетная модель, результаты и их интерпретация, выводы.

Данное занятие проходит с использованием метода активного обучения – анализ конкретных ситуаций (case-study). Метод анализа конкретных ситуаций развивает способность к анализу реальных научных задач. Сталкиваясь с конкретной задачей, студент должен определить: в чем заключается проблема, предложить методы решения данной задачи. Этот опыт незаменим в последующей самостоятельной научной деятельности.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Комплексное моделирование инженерных систем» 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**

«Комплексное моделирование инженерных систем»

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежу точная аттестация
1	Основы системного анализа и моделирования. Понятие о	ОПК-1	Знает	УО-4	Вопросы №№ 1,
			Умеет	УО-4	

	математической статистике.		Владеет	ПР-13	2, 5, 6, 8, 9, 11
2	Математическое моделирование строительно-технологических задач	ОПК-2	Знает	УО-4	Вопросы №№ 3-7, 17-27
			Умеет	УО-2	
			Владеет	ПР-13	
3	Методы и их приложения к задачам систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-1	Знает	УО-3	Вопросы №№ 9-16, 19, 20, 28
			Умеет	УО-2	
			Владеет	ПР-13	

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.

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

### **Основная литература**

1. Алямовский, А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation [Электронный ресурс] / А.А. Алямовский. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1319>.
2. Алямовский, А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации [Электронный ресурс] / А.А. Алямовский. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2015. — 562 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69953>
3. Карпов, В. В. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Карпов, А. Н. Панин. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,

ЭБС АСВ, 2013. — 176 с. — 978-5-9227-0436-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19335.html>

4. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Голубева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76825>

5. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 592 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549747>

### **Дополнительная литература**

1. Солдатенко, Л. В. Введение в математическое моделирование строительно-технологических задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. В. Солдатенко. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2009. — 161 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21566.html>

2. Математическое моделирование водных экосистем: Учебное пособие / Гаврилова Л.В., Компаниец Л.А., Распопов В.Е. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 202 с.: ISBN 978-5-7638-3524-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/966729>

3. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / Бен сост., А. Э. Смирнов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 43 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61739.html>

4. Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Н. Ф. Тимербаев. —Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 154 с. — 978-5-7882-1412-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62219.html>

5. Планирование и организация эксперимента: методические указания / сост. М. И. Харитонов, А. М. Харитонов. —СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 55 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30012.html>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение лекционного материала, практических занятий и самостоятельной работы аспирантов направлено на углубленное изучение дисциплины «Комплексное моделирование инженерных систем», получение необходимых компетенций, позволяющих осуществлять моделирование инженерных систем, используя аналитические и численные методы, а также методы математической статистики для оценки достоверности полученных моделей.

В лекционном материале аспиранты знакомятся с методами математического моделирования строительно-технических задач, изучают применение методов математической статистики и статистической обработки экспериментальных данных, решают практические задачи с использованием специального программного комплекса.

Лекции должны проходить в мультимедийных аудиториях.

Практические занятия - в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием. Аспиранты могут приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

В конце каждого практического занятия аспиранты получают задание для самостоятельной работы и подготовке к следующему занятию. Практически на каждом лекционном занятии аспиранту предлагается сделать сообщение с презентацией, в котором он показывает глубину изученного материала. Выступления аспиранта формируют навыки профессионального мышления, закрепляют профессиональную лексику, учат отстаивать принятые решения или соглашаться с лучшими предложениями.

Наилучшей рекомендацией аспиранту является подготовка к каждому занятию, что будет соответствовать плану выполнения работы, выдерживать технологию изучения дисциплины. В процессе обучения формируется рейтинг студентов, позволяющий дать оценку их знаний и представить в промежуточной аттестации.

Аспиранты получают по дисциплине в электронном виде:  
Программу практических занятий;  
Справочную, учебную и научную литературу, необходимую при изучении дисциплины и подготовке к практическим занятиям;  
Аспирант пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, кафедры и ведущего преподавателя.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Комплексное моделирование инженерных систем»

Лекции должны проходить в мультимедийных аудиториях.

Практические занятия – в компьютерном классе с мультимедийным оборудованием. Аспиранты могут приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

Аспиранты получают по дисциплине в электронном виде:  
Программу практических занятий;  
Справочную, учебную и научную литературу, необходимую при изучении дисциплины и подготовке к практическим занятиям;  
Аспирант пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, кафедры и ведущего преподавателя.

Аспиранты могут использовать в своей работе профессиональные программы, которые имеются на кафедре: пакет Solidworks.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Комплексное моделирование инженерных систем»**  
**Направление подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства**  
Профиль «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,  
газоснабжение и освещение»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине  
«Комплексное моделирование инженерных систем»**

№ п/п	Срок выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени	Форма контроля
1	3 семестр, с 1-ой по 4-ую неделю	Изучить примеры физических моделей в исследуемой аспирантом научной области. Рассмотреть процессы, происходящие в изучаемой области, и составить свою физическую модель.	18 часов	Доклад, дискуссия по докладу.
2	3 семестр, с 4-ой по 10-ую неделю	Изучить теоремы подобия, практическое применение теории размерностей, на примере любого процесса провести необходимые расчеты.	12 часа	Проверка расчетов. Доклад, дискуссия по докладу.
3	3 семестр, с 10-ой по 18-ую неделю	В соответствии со своей исследуемой задачей выбрать необходимый метод планирования эксперимента, составить план эксперимента и изучить необходимые методы обработки данных.	24 часа	Проверка расчетов. Доклад, дискуссия по докладу.
4	4 семестр, с 1-ой по 4-ую неделю	Сформулировать задачу по своей исследуемой теме, обозначить начальные и граничные условия протекания процесса для дальнейшего расчета в Solidworks.	14 часов	Проверка задания. Доклад, дискуссия по докладу.
5	4 семестр, с 4-ой по 10-ую неделю	Построить в Solidworks расчетную модель по теме своих научных исследований	20 часов	Проверка задания. Доклад, дискуссия по докладу.
6	4 семестр, с 10-ой по 18-ую неделю	Провести расчет в Solidworks, получить результаты и сделать выводы.	16 часов	Проверка расчетов. Доклад, дискуссия по докладу.



### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Аспиранту рекомендуется внимательно изучать материалы каждой лекции, используя при этом основную и вспомогательную литературу, а также интернет источники. Только после этого приступать к выполнению практических заданий, которые следует выполнять своевременно и тщательно проверять расчеты. При выполнении проектных задач рекомендуется анализировать и обосновывать принятые решения.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы:**

На занятиях аспирантам предоставлена возможность сделать сообщение и презентовать выполненную работу, это оценивается баллами от 1 до 5. Также, преподавателем оценивается тщательность выполненных расчетов баллами от 1 до 5.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине **«Комплексное моделирование инженерных систем»**  
**Направление подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства**  
Профиль **«Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,  
газоснабжение и освещение»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 - владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	Знает	основные положения теории подобия и принципы математического моделирования
	Умеет	планировать и выполнять инженерный эксперимент
	Владеет	навыком использования современного исследовательского оборудования и приборов
ОПК-2-владением культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	Знает	основы культуры научного исследования
	Умеет	использовать информационно-коммуникационные технологии для проведения научных исследований
	Владеет	технологией моделирования различных технологических процессов
ПК-1-Способность применять на практике знания о системах теплогазоснабжения и вентиляции, обобщать полученные результаты натурных обследований и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований	Знает	методы проведения современных натурных обследований и модельных исследований
	Умеет	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. при решении исследовательских и практических задач обобщать полученные результаты, формулировать выводы и практические рекомендации.
	Владеет	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основы системного анализа и моделирования. Понятие о математической статистике.	ОПК-1	Знает	УО-4	Вопросы №№ 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11
			Умеет	УО-4	
			Владеет	ПР-13	
2	Математическое моделирование	ОПК-2	Знает	УО-4	Вопросы

	строительно-технологических задач		Умеет	УО-2	№№ 3-7, 17-27
			Владеет	ПР-13	
3	Методы и их приложения к задачам систем теплогасоснабжения и вентиляции	ПК-1	Знает	УО-3	Вопросы №№ 9-16, 19, 20, 28
			Умеет	УО-2	
			Владеет	ПР-13	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	Показатели
ОПК-1 - владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	знает (пороговый уровень)	основные положения теории подобия и принципы математического моделирования	знание основные положения теории подобия и принципы математического моделирования	способен сформировать представления о теории подобия и о построении математических моделей различных процессов
	умеет (продвинутый)	планировать и выполнять инженерный эксперимент	умение планировать и выполнять инженерный эксперимент	способен составлять план эксперимента и обрабатывать результаты эксперимента
	владеет (высокий)	навыком использования современного исследовательского оборудования и приборов	владение навыком использования современного исследовательского оборудования и приборов	способен подобрать контрольно-измерительный прибор в зависимости от условий эксперимента и провести измерения, оценить погрешность
ОПК-2-владением культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	знает (пороговый уровень)	основы культуры научного исследования	знание основы культуры научного исследования	способен сформировать представления об использовании информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях
	умеет (продвинутый)	использовать информационно-коммуникационные технологии для проведения научных исследований	умение использовать информационно-коммуникационные технологии для проведения научных исследований	способен использовать моделирующие информационно-коммуникационные технологии
	владеет (высокий)	технологией моделирования различных технологических процессов	владение технологией моделирования различных технологических процессов	способен моделировать процессы из области строительства
ПК-1-Способность	знает	методы проведения	знание методов	способен

<p>применять на практике знания о системах теплогазоснабжения и вентиляции, обобщать полученные результаты натурных обследований и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований</p>	<p>(пороговый уровень)</p>	<p>современных натурных обследований и модельных исследований</p>	<p>проведения современных натурных обследований и модельных исследований</p>	<p>сформировать систематические знания методов проведения современных натурных обследований и модельных исследований</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов. при решении исследовательских и практических задач обобщать полученные результаты, формулировать выводы и практические рекомендации.</p>	<p>умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.</p> <p>умение обобщать полученные результаты, формулировать выводы и практические рекомендации при решении исследовательских и практических задач.</p>	<p>способен анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.</p> <p>способен обобщать полученные результаты, формулировать выводы и практические рекомендации при решении исследовательских и практических задач.</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>владение навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>способен применять технологии критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.</p>

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

**Текущая аттестация аспирантов.** Текущая аттестация аспирантов по дисциплине «Комплексное моделирование инженерных систем» проводится в форме контрольных мероприятий (посещения занятия, выступления с докладом, участие в дискуссиях, устного опроса, выполнения заданий) по

оцениванию фактических результатов обучения аспирантов 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.

**Промежуточная аттестация аспирантов.** Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине «Комплексное моделирование инженерных систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине предусмотрен зачет.

Устный опрос на зачетном занятии проводится в форме собеседования по списку вопросов, составленных на основе тем курса. Итоговый опрос не является единственным критерием оценки знания. Зачет по итоговому опросу является одним из нескольких параметров для выставления конечной оценки в рамках промежуточной аттестации по дисциплине.

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

✓ 100-86 баллов выставляется аспиранту, если аспирант выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы. Аспирант 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 – аспирант 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 собственных 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 (письменный ответ) коллоквиума**

✓ 100-86 баллов (отлично) - если задания имеют глубокую и систематическую проработку, получено верное решение с подробной выкладкой хода решения, что показывает знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Аспирант демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей

научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой.

✓ 85-76 - баллов (хорошо) - если задания решены правильно без подробной выкладки хода решения, при этом аспирант демонстрирует знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – если аспирант допустил незначительные ошибки при выполнении заданий, показал фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно) – если аспирант допустил серьезные ошибки при выполнении заданий, показал незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат.

### **Критерии оценки творческого задания, выполняемого на практическом занятии:**

✓ 100-86 баллов выставляется аспиранту, если аспирант выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы. Аспирант 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 – аспирант 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 собственных комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

**Критерии выставления оценки аспиранту на зачете по дисциплине «Комплексное моделирование инженерных систем»:**

Оценка экзамена	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется аспиранту, 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, правильно обосновывает принятое решение.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при обосновании своих ответов.

«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **Оценочные средства для текущей аттестации**

### **УО-3 Темы сообщений**

по дисциплине Комплексное моделирование инженерных систем

1. Понятие о полиноме, отклике, факторах и уровнях варьирования, факторном пространстве, первичная статистическая обработка результатов эксперимента.
2. Математическая модель эксперимента.
3. Метод наименьших квадратов.
4. Дисперсионная матрица оценок.
5. Планы для построения линейных и неполных квадратичных моделей.
6. Регрессионный анализ модели.
7. Основные понятия и принципы работы в Solidworks
8. Создание нового документа детали
9. Правила создания эскизов
10. Основные понятия и принципы работы в Solidworks

### **УО-4 Перечень тем для дискуссий**

по дисциплине Комплексное моделирование инженерных систем

1. Этапы системного анализа.
2. Существующие подходы анализа системы.

3. Понятие о моделировании.
4. Классификация моделей.
5. Основные этапы и принципы моделирования.
6. Задачи математической статистики.
7. Этапы, области применения статистических методов обработки данных.
8. Метод множественной корреляции.
9. Критерии для оптимального планирования.
10. Методы планирования эксперимента при поиске оптимальных условий.
11. Общие положения планирования второго порядка.
12. Ортогональные центральные композиционное планирование.
13. Рототабельное центральное композиционное планирование.
14. Математическое моделирование строительно-технологических задач.
15. Моделирование в строительстве.

#### **УО-4 Перечень тем для круглого стола**

по дисциплине Комплексное моделирование инженерных систем

1. Анализ математической модели.
2. Решение оптимизационных задач.
3. Модели линейного и нелинейного программирования.
4. Модели динамического программирования.
5. Оптимизационные модели.
6. Модели управления запасами.
7. Целочисленные модели.
8. Цифровые модели.
9. Вероятностно-статистические модели.
10. Графические модели.
11. Сетевые модели.
12. Гидравлическая модель центробежного насоса.
13. Исследование гидропривода буровой установки.
14. Газодинамика автомобильного турбокомпрессора.

## **УО-2 Вопросы для коллоквиумов**

по дисциплине Комплексное моделирование инженерных систем  
(наименование дисциплины)

1. Постановка задачи исследование течения в фильтрующей установке.
2. Постановка задачи моделирование холодильной витрины.
3. Постановка задачи тепловая модель офисного помещения.
4. Постановка задачи для гидравлической модели центробежного насоса.
5. Постановка задачи газодинамика автомобильного турбокомпрессора.
6. Постановка задачи исследование гидропривода буровой установки.
7. Постановка задачи дозвуковое обтекание крыла при различных углах атаки.
8. Постановка задачи тепловой расчет сушилки гальванотехнического производства.

## **ПР-13 Темы творческих заданий**

по дисциплине Комплексное моделирование инженерных систем  
(наименование дисциплины)

1. Создание новый документ детали в SolidWorks со взаимосвязями и добавлением размеров.
2. Выполнить разрезы детали в SolidWorks и отобразить в нескольких видах.
3. Выполнить вставку компонентов и условия сопряжения в сборке, массив компонентов сборки зеркальное отражение компонентов вид с разнесенными частями, разрез модели.
4. Рассчитать конструкции при действии давления по плоской модели.
5. Построить цилиндрическую оболочку с эллиптическим днищем
6. Выполнить чертеж двухмерной детали с анимацией.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Вопросы на зачет**

1. Этапы системного анализа.

2. Существующие подходы анализа системы.
3. Классификация моделей.
4. Понятие о моделировании.
5. Понятие об отклике функции.
6. Понятие о факторах и уровнях варьирования.
7. Основные этапы и принципы моделирования.
8. Задачи математической статистики.
9. Метод множественной корреляции.
10. Метод наименьших квадратов.
11. Регрессионный анализ модели.
12. Критерии для оптимального планирования.
13. Методы планирования эксперимента при поиске оптимальных условий.
14. Общие положения планирования второго порядка.
15. Ортогональные центральные композиционное планирование.
16. Рототабельное центральное композиционное планирование.
17. Математическое моделирование строительно-технологических задач.
18. Моделирование в строительстве.
19. Модели линейного и нелинейного программирования.
20. Модели динамического программирования.
21. Оптимизационные модели.
22. Модели управления запасами.
23. Целочисленные модели.
24. Цифровые модели.
25. Вероятностно-статистические модели.
26. Графические модели.
27. Сетевые модели.
28. Основные понятия и принципы работы в Solidworks.