



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

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП  
Водоснабжение и водоотведение

Н.В. Земляная

«11» июня 2019 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
инженерных систем зданий и сооружений

«11» июня 2019 г.

Кобзарь А.В.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

«Технологическое моделирование»

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**

магистерская программа

«Водоснабжение и водоотведение»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1

лекции 18 час.

практические занятия 54 час.

лабораторные работы 0 час.

в том числе с использованием МАО лек. 2 /пр. 54 /лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО 56 час.

самостоятельная работа 108 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

контрольные работы (3)

зачет \_\_\_\_\_ семестр

экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2017 г. № 482.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Инженерных систем зданий и сооружений, протокол № 9 от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Кобзарь А.В.

Составитель: \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Земляная Н.В.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

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

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

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

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

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

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

**ABSTRACT**

**Master's degree in 08.04.01 « Civil Construction »**

**Study profile « Water supply and water disposal»**

**Course title: "Technological modeling and research work in the design and operation of water supply and wastewater systems"**

**Basic part of Block, 5 credits**

**Instructor:** Grand Ph.D. in (Technical) sciences, Professor. Zemlyanaya N.V.

**Learning outcomes:**

- possession of methods for assessing the innovation potential, the risk of commercialization of the project, the technical and economic analysis of the designed objects and products (PC-2)/

**Course description:** The student must master the technological problems of his subject area, new directions and trends in the methods of processing natural and waste waters after studying the discipline. Also, the student should be proficient in owning theoretical and experimental research methods for correctly justifying the use of innovative technologies in the treatment of natural and waste waters.

**Main course literature:**

1. Горелов Н. А., Круглов Д. В. Методология научных исследований. Учебник. Издательство: "Юрайт", 2014. – 290 с. // <http://books.academic.ru/book.nsf/61021970/>

2. Кузнецов И.Н. Основы научных исследований: учебное пособие. М.: Дашков и К, 2013.= 283 с.

3. Михалев М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений. Санкт-Петербург. Изд-во Политехнического университета, 2009.-443 с.

4. Методология научных исследований : учебник для магистратуры / М. С. Мокий, А. Л. Никифоров, В. С. Мокий ; под ред. М. С. Мокия.

Государственный университет управления, Российский экономический университет. М: Изд-во Юрайт, 2015.255 с.

**Form of final control:** exam.

## **АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** **«Технологическое моделирование»**

Дисциплина «Технологическое моделирование» разработана для студентов, обучающихся по направлению 08.40.01 Строительство по профилю «Водоснабжение и водоотведение», и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.01.01).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (54 часа), самостоятельная работа (108 часов, в том числе 36 часов подготовка к экзамену). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре. Форма контроля по дисциплине – экзамен.

Дисциплина «Технологическое моделирование» опирается на изученные ранее дисциплины:

- Философские проблемы науки и техники;
- Методология научных исследований в строительстве;
- Математическое моделирование;
- Специальные разделы высшей математики;
- Информационные технологии в строительстве.

В свою очередь она является фундаментом для изучения следующих дисциплин:

- Современные проблемы науки и производства;
- Проектирование современных систем повторного и оборотного водоснабжения и водоотведения;
- Техническая экология и право;
- Современные способы прокладки водопроводных и канализационных сетей, особенности их проектирования и расчета;

- Использование инновационных технологий для реконструкции и интенсификации работы систем водоснабжения и водоотведения;
- Обработка поверхностных и подземных вод для целей водоснабжения;
- Гидрологические и гидрогеологические изыскания как основа проектирования систем и сооружений водоснабжения и водоотведения;
- Организационно-технологические решения в строительстве систем водоснабжения и водоотведения;
- Расчет и моделирования водозаборов подземных вод.

Дисциплина изучает принципы и методы моделирования технологических процессов, организации экспериментальных исследований, теорию подобия и теорию эксперимента.

Самостоятельная работа магистрантов предполагает изучение выданных преподавателем тем, подготовку к контрольным работам и экзамену.

**Цель дисциплины:** обучение магистрантов, будущих инженеров и научных работников, теоретическим основам организации и планирования научно-исследовательской и инновационной деятельности, умеющих использовать полученные знания при решении конкретных задач с использованием математического моделирования, экспериментальных исследований, компьютерной техники и средств телекоммуникации.

**Задачи дисциплины:**

- Сформировать представление о теоретических методах исследования, построении модельных задач;
- Освоить основные позиции теории планирования эксперимента;
- Освоить принципы гидравлического статического и динамического моделирования;

- Овладеть способами обработки результатов эксперимента и построения эмпирических зависимостей,
- Раскрыть специфику численных методов моделирования.

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

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);
- готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- умением быстро осваивать новые предметные области, выявлять противоречия, проблемы и выработать альтернативные варианты их решения (ОК-7);
- способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки (ОПК-5).

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-3 Способность ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения	Знает	Проблемы отрасли и опыт их решения;
	Умеет	Влиять на формирование целей команды, воздействовать на её социально-психологический климат,  оценивать качество результатов деятельности,

	Владеет	Методами теоретических и экспериментальных исследований
<b>ОПК-6</b> Способность осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	Знает	Проблемы своей отрасли
	Умеет	Использовать количественные и качественные методы анализа и синтеза.
	Владеет	Способами решения сложных исследовательских технологических задач
<b>ОПК-7</b> Способность управлять организацией, осуществляющей деятельность в строительной отрасли и сфере жилищно-коммунального хозяйства, организовывать и оптимизировать ее производственную	Знает	Роль науки в развитии общества, состав инновационного процесса;
	Умеет	влиять на качество результатов, формировать цели команды, воздействовать на её социально-психологический климат, оценивать результаты деятельности,
	Владеет	Способностью организовать и наладить работу творческого коллектива;
<b>ПК-1</b> Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения	Знает	Методы теоретических экспериментальных исследований, принципы получения критериев подобия;
	Умеет	Синтезировать модели технологических и производственных процессов, обрабатывать результаты эксперимента;
	Владеет	Методами системного подхода для организации работы научного коллектива.



Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Технологическое моделирование» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: лекция-конференция, лекция-дискуссия, визуализация.

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

**(18 часов аудиторных занятий)**

### **Раздел 1. Методы теоретических исследований (4 часа)**

**Тема 1. Аналитические и вероятностные методы исследований (2 час).**

Модельные задачи на основе дифференциальных уравнений. Полуэмпирические методы. Методы оптимизации. Вероятностные модели.

**Тема 2. Вычислительные методы. Решение диффузионных задач. (2 час).**

Диффузионные задачи. Использование метода Монте Карло для имитации стохастических процессов.

### **Раздел 2. Методология эксперимента (8 часов)**

**Тема 3. Теоретические основы обеспечения подобия лабораторных экспериментов натурным процессам (2 часа)**

Элементы теории подобия. Теоремы подобия. Инвариантность. Автомодельность. Анализ размерностей. Геометрическое и динамическое подобие. Критерии подобия. Подобие гидравлических явлений. Вывод критериев подобия из уравнений Навье-Стокса.

**Тема 4. Рациональное планирование экспериментальных исследований (3 часа)**

Метод комбинационных и взаимно-ортогональных квадратов. План полного и дробного факторного экспериментов. Применение латинских

квадратов для планирования эксперимента. Обработка результатов экспериментов. Статистическое обоснование достоверности результатов экспериментов.

#### **Тема 5. Планирование экстремальных экспериментов (3 часа)**

Задачи экстремальных экспериментов. Планы первого порядка. Основные понятия и определения. Метод Бокса-Уилсона.

### **Раздел 3. Технологическое моделирование в задачах водоснабжения и водоотведения. (6 часов)**

#### **Тема 6. Технологическое моделирование процессов седиментации и процеживания (2 часа)**

Параметризация процесса седиментации. Гидравлическая крупность. Моделирование гидродинамики седиментационных сооружений. Моделирование осаждения. Модельная задача процессов процеживания. Особенности физического моделирования мембранных процессов.

#### **Тема 7. Технологическое моделирование процессов фильтрации (2 часа)**

Параметризация процесса фильтрации. Безразмерные комплексы. Установки для технологического моделирования процессов фильтрации.

#### **Тема 8. Моделирование процессов биологической очистки (2 часа)**

Параметризация процесса биологической очистки. Установки для технологического моделирования биологической очистки сточных вод.

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

**(54 часа аудиторных занятий)**

**Практическое занятие 1 (6 часов).** Аналитические и вероятностные методы исследований. Построение модельной задачи. Модель упруго-вязкого тела. Модель потребления кислорода при биохимической

деструкции. Модель и ее решение при определении распределения скорости в трубопроводах при ламинарном режиме. Решение оптимизационных задач (транспортная задача).

**Практическое занятие 2 (4 часа).**

Вычислительные методы. Решение диффузионных задач.

Решение задачи распространения примесей в реках при выпуске сточных вод.

**Практическое занятие 3 (4 часа).**

Использование метода наименьших квадратов для получения линейных и нелинейных зависимостей.

**Практическое занятие 4 (4 часа). Методология эксперимента**

Использование функций EXCEL MS для построения функций отклика, статистической обработки экспериментальных данных для работы с базами данных.

**Практическое занятие 5 (4 часа).**

Рациональное планирование экспериментальных исследований.

**Практическое занятие 6 (4 часа). Аналитические и вероятностные методы исследований.**

Проверка гипотезы нормального распределения. Применение вероятностно-статистических методов исследования при решении практических задач. Имитационное моделирование.

**Практическое занятие 7 (4 часа). Планирование экстремальных экспериментов.**

Планы полного и дробного факторного экспериментов. Крутое восхождение по поверхности отклика. Планирование технологического эксперимента процесса коагуляции при очистке природных вод.

### **Практическое занятие 8 (2 часа)**

Планирование эксперимента. Ортогональные и центральные планы второго порядка.

### **Практическое занятие 9 (2 часа).**

Корреляционно-регрессионный анализ. Построение эмпирической модели с помощью корреляционного анализа. Оценка степени функциональной связи.

### **Практическое занятие 10 (4 часа).**

Методология эксперимента. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований.

### **Практическое занятие 11 (6 часов).**

Технологическое моделирование седиментационных процессов.

Параметризация процесса осаждения взвешенных частиц в водопроводных отстойниках. Свойства коагулянтов, выпускаемых промышленностью и применяемых при водоподготовке. Анализ природных вод водохранилищ г. Владивостока. Сопоставление качества природной воды водохранилищ (Пионерское, Артемовское, Богатинское водохранилище) с качеством воды рек Сибири и Европы.

Основные особенности и отличия природных вод. Анализ позиций СП «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения», сомнительных для применения при обработке природных вод водохранилищ.

### **Практическое занятие 12 (6 часов)**

Технологическое моделирование фильтрационных процессов.

Типовые математические модели макрокинетических процессов течения жидкости в идеальных и неидеальных аппаратах (модель идеального вытеснения, модель идеального смешения, диффузионная однопараметрическая модель вытеснения, диффузионная двухпараметрическая модель вытеснения, ячеистая модель). Характеристики отклика. Критерии подобия из дифференциальных

уравнений (критерии –комплексы Пекле, Ричардсона). Параметризация процесса фильтрации на основе модельных задач.

### **Практическое занятие 13 (4 часа)**

Теоретическое обоснование темы собственных исследований.

Обоснование необходимости проведения экспериментальных исследований (лабораторных, натуральных и численных). Обоснование необходимости проведения экспериментальных исследований.

Самоанализ проведенной ранее работы по выполнению магистерской диссертации. Практическое занятие является итоговым по отношению к предыдущим занятиям.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Технологическое моделирование» 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 модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуто чная аттестация
1	Лекции: Раздел 1. Темы 1-2, Методы теоретических исследований Практические занятия 1-5	ПК-2	Знает	УО-1 ПР-16	5 неделя
			Умеет		
			Владеет		
2	Раздел 2. Темы -3-5. Методология эксперимента. Практические занятия 3-10.	ПК-2	Знает	УО-3 ПР-2	13 неделя
			Умеет		
			Владеет		
3	Раздел 3. Темы 6-8. Технологическое моделирование в задачах водоснабжения и водоотведения. Практические занятия 11-13.	ПК-2	Знает	УО-1	18 неделя
			Умеет		
			Владеет		
4	Экзамен по дисциплине	ПК-2	Знает Умеет Владеет	УО-1, УО-3, ПР-2, 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.

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

### **Основная литература**

1. Горелов Н. А., Круглов Д. В. Методология научных исследований. Учебник. Издательство: "Юрайт", 2014. – 290 с. // <http://books.academic.ru/book.nsf/61021970/>
2. Кузнецов И.Н. Основы научных исследований: учебное пособие. М.: Дашков и К, 2013.= 283 с.

3. Михалев М.А. Физическое моделирование гидравлических явлений. Санкт-Петербург. Изд-во Политехнического университета, 2009.-443 с.
4. Мокий. М. С., Никифоров А. Л., Мокий. В. С. Методология научных исследований : учебник для магистратуры / под ред. М. С. Мокия. Государственный университет управления, Российский экономический университет. М: Изд-во Юрайт, 2015.- 255 с.
5. Нинул А.С. Оптимизация целевых функций, численные методы, планирование эксперимента. Москва: Физматгиз, 2009.- 335 с. ( 2 экз. библиотека) <https://www.twirpx.com/file/408076/>
6. Скворцова Л.М. Методология научного творчества. Методические указания и планы семинарских занятий, М., МГСУ, 2009. – 52 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Антонов А.В. Системный анализ. Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2004. -454 с. // <http://www.twirpx.com/file/622655/>
2. Ануфриев А.Ф. Научное исследование. Курсовые, дипломные и диссертационные работы. - М.: Ось-89, 2004. – Глава 1,2 <https://klex.ru/k10>
3. Баскаков А. Я., Туленков Н. В. Методология научного исследования: Учеб. пособие. — Киев, 2004. — 216 с.
4. Кичигин В.И. Моделирование процессов очистки воды. М.: АСВ, 2003. – 230 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=11603598>
5. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. — М.: СИНТЕГ, 2000. — 528 с. <https://www.twirpx.com/file/1115706/>
6. Сабитов Р.А. Основы научных исследований: Учеб. пособие / Челябин. гос. ун-т. Челябинск, 2002. 138 с. <https://studfiles.net/preview/5853896/>
7. Ушаков Е.В. Введение в философию и методологию науки, М., «Экзамен», 2005. <https://www.twirpx.com/file/68489/>

## Нормативно-правовые материалы

1. ГОСТ Р 15.011-96 . Патентные исследования. Содержание и порядок проведения. Госстандарт России// <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-15-011-96>
2. ГОСТ 7.32-2001 СИБИБД Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Москва, 2001 - 19с// <http://docs.cntd.ru/document/gost-7-32-2001-sibid>
3. Международный стандарт ИСО 9000-1. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации Госстандарта России (ВНИИС).

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

<http://window.edu.ru/window/library> Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". 27 000 учебно-методических материалов, разработанных и накопленных в системе федеральных образовательных порталов. Свободный доступ

<http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система "Лань". Электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Доступ осуществляется со всех компьютеров, подключенных к сети ДВФУ.

<http://znanium.com/> Электронно-библиотечная система "Научно-издательского центра ИНФРА-М". Учебники и учебные пособия, диссертации и авторефераты, монографии и статьи, сборники научных трудов, энциклопедии, научная периодика, профильные журналы,



справочники, законодательно-нормативные документы Доступ осуществляется со всех компьютеров, подключенных к сети ДВФУ

<http://www.bibliotech.ru/> Электронно-библиотечная система БиблиоТех, 1500 электронных книг по различной тематике: естественные науки; техника и технические науки; сельское и лесное хозяйство; здравоохранение, медицинские науки; социальные (общественные) и гуманитарные науки; культура, наука, просвещение; филологические науки. Доступ осуществляется со всех компьютеров, подключенных к сети ДВФУ.

<http://elementy.ru> «Элементы». Научно-популярный сайт о последних достижениях науки и техники.

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

Занятия проводятся в аудитории, имеющей следующее оборудование.

1. Мультимедийная аудитория: Документ-камера AverVision 355AF; 3х мерная мультимедийная камера марки Multipix; Проектор Mitsubishi ES200U; Экран для проектора Screenline 250 см с электроприводом; Шкаф для сетевого оборудования AbaCom. С сетевым маршрутизатором Extron;
2. Маркерная доска.

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

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

Изучение лекционного материала, практических занятий и самостоятельной работы студентов направлено на углубленное изучение дисциплины «Технологическое моделирование», получение необходимых компетенций, позволяющих осуществлять проектную деятельность, отвечающую требованиям действующего законодательства.

В лекционном материале рассмотрены материалы необходимые при реализации задач, необходимых при применения инновационных технологий в водоснабжении, водоотведении и строительном производстве.

На практических занятиях рассматриваются примеры построения модельных задач, теория эксперимента, методы обработки экспериментальных данных, получаемых при технологическом моделировании, конкретная постановка теоретических и экспериментальных исследований при решении профессиональных задач. Студенты могут приносить на занятия свои ноутбуки и соответствующие гаджеты.

В конце занятия студенты получают задание для самостоятельной работы по индивидуальному заданию.

На практических занятиях студенту предлагается сделать сообщение и представить презентацию по решенной им проблеме. Другие студенты задают вопросы, делают комментарии, замечания, предложения. Оцениваются знания, как докладчика, так и оппонентов. Это мотивирует студентов проявлять высокую активность, более глубоко и широко изучать предложенные вопросы, а не замыкаться на собственном задании. Выступления студентов формируют навыки профессионального мышления, закрепляют профессиональную лексику, учат отстаивать принятые решения или соглашаться с лучшими предложениями.

Если студент не подготовил презентацию и сообщение к текущему занятию, то он может перенести их на следующее, но представляемый

материал должен содержать информацию, как предыдущего занятия, так и текущего.

Наилучшей рекомендацией студенту – это 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.

Кроме занятий предусмотрены еженедельные консультации ведущего преподавателя, с помощью которых студент может разрешить проблемы, возникшие у него при подготовке к текущему занятию или в процессе выполнения самостоятельной работы.

Студенты получают по дисциплине в электронном виде или печатном виде :

Рабочую учебную программу дисциплины;

Задание на самостоятельную работу;

Задание по пройденной теме для подготовки презентации. .

Перечень литературных источников, законов, постановлений правительства, нормативов, необходимых для изучения дисциплины;

Студент пользуется электронной базой библиотеки ДВФУ, кафедры и ведущего преподавателя.

В случае, если студент не набрал достаточно баллов в рейтинге, или его не устраивает оценка, которую он получил в результате систематической работы, то он готовится к аттестации по вопросам, которые охватывают объем знаний, предусмотренных дисциплиной «Технологическое моделирование». К экзамену студент может быть допущен, если у него выполнен задания самостоятельной работы.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Технологическое моделирование»

**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**  
магистерская программа  
«Водоснабжение и водоотведение»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Технологическое моделирование»

№ п/п	Срок выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времен и на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Ознакомление с процедурой выполнения и контроля самостоятельной работы. Выдача задания на повторение изученных ранее дисциплин (решение обыкновенных дифференциальных уравнений)	13 час.	УО-1 Контрольный опрос
2	3 -4 неделя	Выдача задания на самостоятельную работу, Выполнение самостоятельной работы №1 Синтез модельной задачи на основе дифференциальных уравнений и ее решение	20 час.	УО-3 Коллоквиум Проверка правильности построения модельной задачи и ее решения
3	5-11 неделя	Численное решение задачи распространения примесей в морских акваториях при технологических сбросах.	27 час.	Творческое задание ПР-16 Проверка правильности численного решения и обоснование устойчивости численной схемы.
4	12-16 я неделя	Обработка результатов экспериментальных данных с помощью функций EXCEL	12 час.	ПР-2 контрольная работа. Проверка навыков владения программой
5	17-18 я неделя	Сдача задолженностей по самостоятельной работе, подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен
ВСЕГО			108 час.	

Задание на самостоятельную работу выдается каждому студенту, в сроки, обозначенные в план-графике. Перед выдачей задания на практических занятиях решаются примеры, соответствующие содержанию задания.

**Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы:**

Результаты самостоятельной работы оформляется в соответствии с требованиями ДВФУ и сдается преподавателю на бумажном носителе.

**Критерии оценки выполнения самостоятельной работы:**

Самостоятельная работа оценивается критериями «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».



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

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Технологическое моделирование»  
**Направление подготовки 08.04.01 Строительство**  
магистерская программа  
«Водоснабжение и водоотведение»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2019**

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине «Технологическое моделирование»**

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
<b>ОПК-3</b> Способность ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения	Знает	Проблемы отрасли и опыт их решения;
	Умеет	Влиять на формирование целей команды, воздействовать на её социально-психологический климат,  оценивать качество результатов деятельности,
	Владеет	Методами теоретических и экспериментальных исследований
<b>ОПК-6</b> Способность осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	Знает	Проблемы своей отрасли
	Умеет	Использовать количественные и качественные методы анализа и синтеза.
	Владеет	Способами решения сложных исследовательских технологических задач
<b>ОПК-7</b> Способность управлять организацией, осуществляющей деятельность в строительной отрасли и сфере жилищно-коммунального хозяйства, организовывать и оптимизировать ее производственную	Знает	Роль науки в развитии общества, состав инновационного процесса;
	Умеет	влиять на качество результатов, формировать цели команды, воздействовать на её социально-психологический климат, оценивать результаты деятельности,
	Владеет	Способностью организовать и наладить работу творческого коллектива;



<b>ПК-1</b> Способность выполнять и организовывать научные исследования в сфере водоснабжения и водоотведения	Знает	Методы теоретических экспериментальных исследований, принципы получения критериев подобия;
	Умеет	Синтезировать модели технологических и производственных процессов, обрабатывать результаты эксперимента;
	Владеет	Методами системного подхода для организации работы научного коллектива.

**Перечень оценочных средств (ОС), используемый при изучении дисциплины «Технологическое моделирование»**

1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	УО-3	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
	ПР-2	Контрольная работа	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи проделанной работы (график, оценка результатов)	Результаты обработки экспериментальных данных
2	ПР-16	Творческое задание	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных проектных заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно проектировать, конструировать в процессе решения практических задач, ориентироваться в информационном пространстве. Позволяет оценить уровень	Результаты прогноза качества воды в акватории, выполненные методом А. В. Караушева

			сформированности аналитических, практических навыков, навыков творческого мышления. Выполняться в индивидуальном порядке.	
--	--	--	---	--

## КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА «Технологическое моделирование»

№ п/ п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Лекции. Методы теоретических исследований. Практические занятия 1-5	ОПК-3	Знает	УО-1 ПР-2	5 неделя
	Умеет				
	Владеет				
2	Раздел 2. Лекции. Темы -3-5. Методология эксперимента. Практические занятия 3-10.	ОПК-3, ОПК-8	Знает	УО-1 ПР-2	13 неделя
	Умеет				
	Владеет				
3	Раздел 3. Темы 6-8. Технологическое моделирование в задачах водоснабжения и водоотведения. Практические занятия 11-13.	ПК-2	Знает	УО-1, ПР-2	17 неделя
	Умеет				
	Владеет				
4.	Экзамен по дисциплине	ОПК-3, ОПК-8. ПК-2	Знает Умеет Владеет	УО-1 ПР-2 16 УО-3 ПР-	

### Содержание методических рекомендаций, определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Технологическое моделирование»

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Технологическое моделирование» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Технологическое моделирование» проводится в форме контрольных мероприятий: обсуждение результатов расчета, дискуссия, защита самостоятельных

работ, 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) - оценивается баллами в плане – рейтинге дисциплины;

- **степень усвоения теоретических знаний** – оценивается по результатам расчетов, дискуссии;

- **уровень овладения практическими умениями** и навыками по всем видам учебной работы - дискуссиям, выводам по теме, обсуждением темы;

- **результаты самостоятельной работы** оцениваются по активному участию в обсуждении тем, опросу в форме ответов на вопросы, в графику выполнения самостоятельных работ и опросам по разделам.

### **Текущая аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Технологическое моделирование» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестацией предусмотрена аттестация по дисциплине в форме, предусмотренной графиком контроля достижения целей курса .

### **Вопросы текущей аттестации**

Ниже представлен перечень вопросов для промежуточной аттестация студентов по дисциплине «Технологическое моделирование»:

*Вопросы первой контрольной работы.*

Раздел 1. Методы теоретических исследований

1. Дифференциальные уравнения. Классификация.

2. Использование дифференциальных уравнений для решения задач потребления и растворения кислорода в водоемах и сооружениях аэробной очистки.

3. Модель упруго-вязкого тела.

4. Транспортная задача

5. Формирование модельной задачи и ее решение.

6. Полуэмпирические методы решения задач технологического моделирования.

7. Генеральная совокупность и выборка.

8. Гистограмма и кривая распределения.

9. Моменты распределения.

10. Законы распределения случайных величин.

11. Нормальный закон распределения случайных величин.

12. Распределение Пуассона.

13. Показательное распределение и гамма- распределение.

14. Вычислительные методы. Решение диффузионных задач

15. Метод конечных разностей.

16. Численная аппроксимация уравнений турбулентной диффузии.

*Вопросы второй контрольной работы.*

Раздел 2. Методология эксперимента

1. Теоремы подобия.

2. Автомодельность.

3. Анализ размерностей. Теорема Букингама.

4. Геометрическое и динамическое подобие.

5. Критерии подобия.

6. Подобие гидравлических явлений.

7. Вывод критериев подобия из уравнений Навье-Стокса.

8. Рациональное планирование эксперимента. Метод комбинационных и взаимно-ортогональных квадратов.

9. План полного и дробного факторного экспериментов.
10. Применение латинских квадратов для планирования эксперимента.
11. Обработка результатов экспериментов.
12. Статистическое обоснование достоверности результатов экспериментов.
13. Задачи экстремальных экспериментов. Основные понятия и определения.
14. Планы первого порядка. Метод Бокса-Уилсона.
15. Факторы. Модель. Уравнение регрессии.
16. Полный факторный эксперимент для поиска области оптимума.
17. Дробный факторный эксперимент для поиска области оптимума.
18. Свойства матриц полного и дробного факторного экспериментов.
19. Проведение эксперимента и обработка результатов опыта.
20. Обоснование воспроизводимости экспериментальных исследований и адекватности модели экспериментальным данным.
21. Теорема Тейлора. Крутое восхождение по поверхности отклика.

### *Вопросы третьей контрольной работы*

Раздел 3. Технологическое моделирование в задачах водоснабжения и водоотведения.

1. Параметризация процессов седиментации в зависимости от состава очищаемой воды.
2. Последовательность решения проблем теории седиментации.
3. Последние достижения в области усовершенствования отстойных сооружений.
4. Тонкослойные модули.
5. Интенсификация коагуляции.
6. Обеспечение подобия при технологическом моделировании процессов осветления воды.
7. Параметризация процессов фильтрации грунтовых и природных

вод, очищаемых на сооружениях водоподготовки.

8. Устройство фильтрационных колонок для моделирования процессов удаления взвешенных веществ на фильтрах станций водоподготовки.

5. Влияние температуры и вязкости на скорость фильтрации

### **Критерии оценки собеседования (устный ответ)**

**10-8,5** баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**8,5-7,6** - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**7,5-6,1** - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической

речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**6,0-5,0** баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**0** - баллов – студент не был подготовлен или отсутствовал на промежуточной аттестации.

## ЭКЗАМЕН

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Технологическое моделирование»

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка Зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86	<i>«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	<i>«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	<i>«удовлетворительно»</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	<i>«неудовлетворительно»</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.

### **Экзаменационные вопросы:**

#### **по дисциплине «Технологическое моделирование»:**

1. Автомодельность.
2. Анализ размерностей. Теорема Букингама.
3. Аналитические методы исследований с помощью экспериментов.
4. Использование вариационных методов для решения инженерных задач.
5. Вывод критериев подобия из уравнений Навье-Стокса.
6. Генеральная совокупность и выборка. Гистограмма и кривая распределения.
7. Дифференциальные уравнения. Классификация.
8. Дробный факторный эксперимент для поиска области оптимума.
9. Задачи экстремальных экспериментов. Основные понятия и определения. Законы распределения случайных величин.



10. Использование дифференциальных уравнений для решения задач потребления и растворения кислорода в водоемах и сооружениях аэробной очистки.
11. Метод комбинационных и взаимно-ортогональных квадратов.
12. Модель упруго-вязкого тела.
13. Моменты распределения.
14. Обеспечение подобия при технологическом моделировании процессов осветления воды.
15. Обоснование воспроизводимости экспериментальных исследований и адекватности модели экспериментальным данным.
16. Обработка результатов экспериментов.
17. Параметризация процессов седиментации в зависимости от состава очищаемой воды.
18. Параметризация процессов фильтрации грунтовых и природных вод, очищаемых на сооружениях водоподготовки.
19. План полного и дробного факторного экспериментов.
20. Планы первого порядка. Метод Бокса-Уилсона.
21. Полный факторный эксперимент для поиска области оптимума.
22. Последовательность решения проблем теории седиментации.
23. Применение латинских квадратов для планирования эксперимента.
24. Проведение эксперимента и обработка результатов опыта.
25. Решение задачи определения скоростной структуры течений в круглой трубе.
26. Свойства матриц полного и дробного факторного экспериментов.
27. Статистическое обоснование достоверности результатов экспериментов.
28. Теорема Тейлора. Крутое восхождение по поверхности отклика.
29. Теоремы подобия.
30. Транспортная задача.

31. Устройство фильтрационных колонок для моделирования процессов удаления взвешенных веществ на фильтрах станций водоподготовки.
32. Формирование модельной задачи и ее решение.
33. Численная аппроксимация уравнений турбулентной диффузии.
34. Доказательства адекватности уравнения регрессии результатом эксперимента.
35. Доказательства воспроизводимости результатов эксперимента
36. Использование функций EXCEL MS для построения функций отклика.
37. Методы кластерного анализа.
38. Отсевание ошибочных результатов.
39. Планы полного и дробного факторного экспериментов.
40. Применение анализа размерностей для параметризации гидравлических процессов и получения расчетных зависимостей.
41. Применение теоремы Букингама для решения задачи распространения струй в ограниченном пространстве.
42. Регрессионный анализ для отсеивания незначимых факторов.
43. Решение задачи определения скоростной структуры течений в круглой трубе.
44. Свойство матриц полного факторного эксперимента
45. Статистическая обработка экспериментальных данных с помощью функций EXCEL MS.
46. Требования к объекту экспериментальных исследований.
47. Вывод критериального уравнения с помощью ПИ- теоремы.
48. Корреляционно-регрессионный анализ
49. Планирование экстремальных экспериментов. Планы первого порядка.
50. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений (критерии –комплексы Пекле, Ричардсона).
51. Проверка гипотезы о законе распределения случайной величины по ГОСТ Р 50.1.037-2002 с помощью непараметрических критериев согласия.

52. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований.

53. Функция отклика, понятие и формализация.

54. Центральные композиционные планы второго порядка.

### Рейтинг-план

№	Примерная дата внесения в АРС	Примерная дата проведения	Наименование контрольного мероприятия	Форма контроля	Весовой коэффициент	Максимальный балл	Минимальный балл для прохождения промежуточной аттестации
<b>Основные контрольные мероприятия</b>							
1	6 неделя	1-5 неделя	ОУ-1 ПР-2	Посещаемость Опрос Результаты прогноза	30	30	20
2	14неделя	13неделя	ОУ-3	Посещаемость Коллоквиум	30	30	21
3	17 неделя	18неделя	ОУ-1,	Посещаемость Опрос	40	40	20
6.	Согласно расписания	Согласно расписания	ОУ-1 ОУ-3 ПР-2 ПР-16	экзамен	100	100	----
<b>Дополнительные контрольные мероприятия</b>							

#### Шкала соответствия рейтинга по дисциплине и оценок (балл прохождения промежуточной аттестации)

Менее 61 %	не зачтено	неудовлетворительно
От 61 % до 75 %	зачтено	удовлетворительно
От 76 % до 85 %	зачтено	хорошо
От 86 % до 100 %	зачтено	отлично