

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»*

*Инженерная академия*

Рекомендовано МССН

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:** Моделирование гидротехнических сооружений

**Направление подготовки:** 08.04.01 Строительство

**Направленность (профиль/специализация):**  
«Гидротехническое строительство и технологии водопользования»

Москва,  
2021

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью** освоения дисциплины Моделирование гидротехнических сооружений является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области моделирования процессов и явлений гидротехнических сооружений, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- изучение основных принципов физического моделирования и теоретических основ физического моделирования;
- овладение основными методами расчета модели гидротехнических сооружений;
- приобретение студентами знаний и умений, необходимых для самостоятельного выполнения научных исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Моделирование гидротехнических сооружений относится к вариативной части Блока 1 учебного плана. Её изучение базируется на материале предшествующих дисциплин, а также она является базовой для изучения последующих дисциплин учебного плана, перечень которых представлен в таблице 1.

*Таблица 1 – Перечень предшествующих и последующих дисциплин*

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Математическое моделирование	Гидрологическая и техническая безопасность ГТС
2	Методы решения научно-технических задач в строительстве	Проблемы использования водных ресурсов
3	Вычислительные методы и компьютерное моделирование в научных исследованиях	Государственная итоговая аттестация
4	Гидрология и водное хозяйство	
5	Специальные речные и подземные сооружения	
6	Инженерная гидравлика	

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Моделирование гидротехнических сооружений направлена на формирование у обучающихся следующих компетенции:

- способностью использовать и разрабатывать проектную, распорядительную документацию, а также участвовать в разработке нормативных правовых актов в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства (ОПК-4);
- способностью осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства (ОПК-6);

- способностью к организации производства общестроительных работ при строительстве, эксплуатации и реконструкции гидротехнических сооружений и мелиоративных систем (ПК-15).

Результатом обучения по дисциплине являются знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Компетенция	Знания	Умения	Навыки
1	2	3	4
Способен использовать и разрабатывать проектную, распорядительную документацию, а также участвовать в разработке нормативных правовых актов в области строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства (ОПК-4)	- основные принципы физического и математического моделирования, моделирования русловых процессов и гидравлических явлений;	- уметь применять для расчета модели гидротехнических сооружений законы подобия; - уметь использовать для расчета модели критерии подобия гидравлических явлений и основные положения теории размерности, в том числе $\pi$ – теоремы; - уметь применять методы моделирования русловых процессов и гидравлических явлений при расчете модели гидротехнических сооружений	- уметь рассчитать модель гидротехнического сооружения используя законы подобия, критерии подобия гидравлических явлений и теорию размерности, в том числе $\pi$ – теорему; - осуществлять расчет модели гидротехнического сооружения применяя методы моделирования гидравлических явлений
Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства (ОПК-6)	- основные принципы фракционного анализа и анализа размерностей; - метод масштабных серий; - методы моделирования русловых процессов и гидравлических явлений и проверка их	- уметь применять фракционный анализ и анализ размерностей - уметь применять метод масштабных серий; - уметь применять методы моделирования русловых процессов и гидравлических явлений при расчете модели гидротехнических сооружений и проверке их	- способностью осуществлять расчеты используя методы фракционного анализа и метода масштабных серий; - использовать методы мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений в части их моделирования;

	технического состояния	технического состояния	- осуществлять расчет модели гидротехнического сооружения применяя методы моделирования гидравлических явлений
Организация производства общестроительных работ при строительстве, эксплуатации и реконструкции гидротехнических сооружений и мелиоративных систем (ПК-15)	- подобные системы, законы подобия; - знать основные положения теории размерности	- уметь применять для расчета модели гидротехнических сооружений законы подобия; - уметь использовать для расчета модели критерии подобия гидравлических явлений и основные положения теории размерности, в том числе $\pi$ – теоремы;	- уметь рассчитать модель гидротехнического сооружения используя законы подобия, критерии подобия гидравлических явлений и теорию размерности, в том числе $\pi$ – теорему; - разрабатывать методические указания по использованию средств и технологий методов моделирования

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 3 – Объем дисциплины и виды учебной работы для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр
		4
Аудиторные занятия	48	48
в том числе:	-	-
Лекции (Л)	16	16
Практические/семинарские занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовой проект/курсовая работа	36	36
Самостоятельная работа (СРС), включая контроль	60	60
Вид аттестационного испытания		зачет
Общая трудоемкость	академических часов	108
	зачетных единиц	3

#### 5. Содержание дисциплины

Таблица 4 – Содержание дисциплины и виды занятий

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
<b>1.</b>	<b>Раздел №1. Теоретические основы метода конечных элементов</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	-	<b>19</b>	<b>31</b>
	Тема 1.1. Математическая модель сооружения. Этапы математического моделирования. Использование фундаментальных законов природы.	1	3	-	6	10
	Тема 1.2. Принцип минимума в механике. Вариационный принцип и вариационная модель.	1	2	-	6	9
	Тема 1.3. Описание напряжённо-деформированного состояния упругого тела. Матричное представление компонент перемещений, деформаций, напряжений. Основные уравнения Механики деформируемого твёрдого тела и граничные условия. Типы краевых задач.	2	3	-	7	13
<b>2.</b>	<b>Раздел №2. Математическая модель сооружения в виде выражения изменения энергии</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	-	<b>19</b>	<b>31</b>
	Тема 2.1. Изменение потенциальной энергии твёрдого тела при его деформировании. Условия минимума изменения энергии конструкции при её деформировании.	1	3	-	6	10
	Тема 2.2. Подход к нахождению минимума функции. Условие экстремума функционала. Условия минимума энергии деформирования твёрдого тела. Условия минимума в вариационном исчислении.	1	2	-	6	9
	Тема 2.3. Простейшая задача вариационного исчисления. Вариационный подход к выявлению условий минимума изменения энергии	2	3	-	7	13
<b>3.</b>	<b>Раздел №3. Численный расчёт конструкций</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>19</b>	<b>31</b>
	Тема 3.1. Метод Рунге. Дискретный вариант метода Рунге. Идея метода конечных элементов. Дискретизация задачи. Конечно-элементная расчётная схема. Понятие функций формы. Математическая формулировка.	1	3	-	6	10
	Тема 3.2 Переход к дискретному аналогу. Условие минимума дискретного функционала. Метод конечных элементов как развитие метода Рунге.	1	2	-	6	9

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
	Тема 3.3 Конечно-элементная расчётная схема конструкции. Сетка конечных элементов. Узлы расчётной схемы Степени свободы. Конечные элементы. Типы конечных элементов. Конечные элементы для построения трёхмерных расчётных схем. Конечные элементы для построения двумерных расчётных схем. Конечный элемент для построения одномерных расчётных схем.	2	3	-	7	13
4.	<b>Раздел №4. Алгоритм метода конечных элементов в расчетах строительных конструкций</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>19</b>	<b>31</b>
	Тема 4.1 Формулировка задачи. Аппроксимация математической формулировки в МКЭ. Переход от континуальной формулировки задачи к дискретной. Восполнение узловых перемещений по конечному элементу. Функция формы. Глобальная система координат расчётной схемы. Локальная система координат конечного элемента. Перемещения узлов и внутренних точек элементов в локальных и глобальных системах координат.	1	3	-	6	10
	Тема 4.2 Способы закрепления расчётной схемы конструкции. Задание внешней нагрузки. Узловые силы. Энергия деформирования множества (ансамбля) конечных элементов в локальных системах координат. Энергия деформирования расчётной схемы, как энергия деформирования ансамбля конечных элементов в общей глобальной системе координат. Решение задачи из условий минимума энергии деформирования расчётной схемы.	1	2	-	6	9
	Тема 4.3 Формирование глобальной матрицы жёсткости расчётной схемы конструкции. Учёт граничных условий. Решение системы линейных уравнений. Вычисление перемещений и напряжений.	2	3	-	7	13
	<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	-
	<b>Зачет</b>	-	-	-	-	<b>20</b>

## **6. Образовательные технологии**

Организация занятий по дисциплине Моделирование гидротехнических сооружений проводится по следующим видам учебной работы: лекции, практические занятия.

Реализация компетентного подхода в рамках направления подготовки 08.04.01 Строительство предусматривает сочетание в учебном процессе контактной работы с преподавателем и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся для более полного формирования и развития его профессиональных навыков.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории, в том числе с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Основные моменты лекционных занятий конспектируются студентами, отдельные темы (части тем и разделов) предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (проверяется преподавателем в процессе текущего контроля).

Целью практических занятий является получение студентами знаний и выработка практических навыков работы в области моделирования гидротехнических сооружений. Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – решение задач, работа с технологическим оборудованием при выполнении практических работ и т.п., так и интерактивные методы – групповая работа, анализ конкретных ситуаций, деловая игра и т.п.

Групповая работа при анализе конкретной ситуации, а также при выполнении практической работы в подгруппе, развивает способности проведения анализа и диагностики проблем. С помощью метода анализа конкретной ситуации у обучающихся развиваются такие квалификационные качества, как умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение коммуницировать, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, поступающую в вербальной форме. Практические занятия проводятся в специальных аудиториях, оборудованных необходимыми наглядными материалами.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса и выполнение курсового проекта.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном формате на основе учебно-методических материалов дисциплины (*приложения 2-4*). Уровень освоения материала по самостоятельно изучаемым вопросам курса проверяется при проведении текущего контроля и аттестационных испытаний (экзамен и/или зачет) по дисциплине.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

*Основная литература:*

1. Розанова Н.Н. Моделирование работы гидротехнических сооружений: Учебное пособие – М.: Изд-во РУДН. 2018. – 108 с.

*Дополнительная литература:*

1. Синиченко Е.К. Моделирование вертикальных дренажных колодцев [Текст/электронный ре-сурс] : Учебно-методические указания по водопонижению и осушению территорий / Е.К. Синиченко, И.И. Грицук. - Электронные текстовые данные. - М. : Изд-во РУДН, 2015. - 41 с. : ил. - ISBN 978-5-209-06472-5 : 53.00.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Сайты министерств, ведомств, служб, производственных предприятий и компаний, деятельность которых является профильной для данной дисциплины:

- <https://sovopro.ru/>

- <https://hydecs.ru/>

- <https://www.rusprofile.ru/>

3. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Программное обеспечение:*

Windows XP prof., MS Office 2007  
(корпоративная лицензия РУДН)

*Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и изучения дисциплины (также размещены в ТУИС РУДН в соответствующем разделе дисциплины):*

1. Курс лекций по дисциплине Моделирование гидротехнических сооружений (приложение 2).

2. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Моделирование гидротехнических сооружений (приложение 3).

3. Методические указания для выполнения курсового проекта по дисциплине Моделирование гидротехнических сооружений (приложение 4).

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

*Таблица 5 – Материально-техническое обеспечение дисциплины*



Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
<p>Компьютерный класс № 373</p> <p>Комплект специализированной мебели;</p> <p>технические средства: интерактивная доска PolyVision Webster TSL 610, мультимедиа-проектор Toshiba TLP XC3000, рулонный настенный экран Draper Luma 178x178, компьютер Pirit Codex 1226- 1шт., звукоусилительная аппаратура GENIUS SP-i350-1шт., принтер Xerox 3125-1 шт., сканер Epson 10V Photo-1шт., плоттер HP DesignJet 130+ NR (A1) -1шт., компьютеры Pirit Doctrina-9 шт., монитор LCD ViewSonic 22» VA2216w-9 шт., монитор 19" NEC-1 шт., доска меловая., мониторы Wiew Sonic-10 шт., меловая доска.</p> <p>Учебная лаборатория для проведения лабораторных и практических занятий - Лаборатория Гидрологической и технической безопасности гидросооружений № 145</p> <p>Гидравлический лоток для учебно-научных исследований динамики турбулентных потоков и гидравлики водосбросных сооружений типа Armfield S6-MkII, Установка для демонстрации переноса донного грунта S8-MKII-A, Резервуар подвижных наносов и визуализации потоков S2-4M-A, Дренажный гидравлический лоток S1-A, Гидрограф дождевых осадков S10-A, Установка для изучения движения подземных вод S11, Гидрологическая система S12-MKII-50-A с набором дополнительных моделей, Вибрационная система CS18-VLF, Стенд гидравлический универсальный ТМЖ-2 шт., компьютер Pirit Codex 1226- 1шт., монитор 19" NEC-1 шт., интерактивная доска PolyVision Webster TSL 610, измерительные приборы и пр.</p>	<p>г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3</p>

## 9. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Моделирование гидротехнических сооружений представлен в *приложении 1* к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

**Разработчики:**

доцент

должность



подпись

Е.К. Синиченко

инициалы, фамилия

должность

подпись

инициалы, фамилия

должность

подпись

инициалы, фамилия

**Руководитель кафедры/департамента**



подпись

М.И. Рынковская

инициалы, фамилия