

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Строительства и архитектуры

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке

А.В. Германенко

2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
 В СИСТЕМАХ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры	Код ПА
<i>Моделирование и расчеты технологических процессов в системах водного хозяйства</i>	2.1.4
Группа специальностей	Код
<i>Строительство и архитектура</i>	2.1
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
 2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должност ь	Структурное подразделение	Подпись
1	Мигалатий Евгений Васильевич	д.т.н., профессор	Заведующи й кафедрой	Кафедра Водное хозяйство и технология воды	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Строительства и архитектуры

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 2 от 15.09.2022 г.

Л.И. Миронова

Согласовано:

Начальник ОПНПК

Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Моделирование и расчеты технологических процессов в системах водного хозяйства»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Моделирование и расчеты технологических процессов в системах водного хозяйства» относится к вариативной части образовательной программы аспирантуры и является дисциплиной по выбору. В ходе освоения этой дисциплины аспиранты занимаются моделированием и расчетами технологических процессов систем водного хозяйства населенных пунктов, промышленных предприятий и территориально-промышленных комплексов (ТПК), включающих сооружения и устройства получения воды из природных источников, ее подготовку для различных нужд, транспортирование к местам потребления, последующую обработку при использовании в технологических циклах, а также отвод сточных вод и их очистку с целью предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод.

Место дисциплины-модуля в модульной структуре образовательной программы

1	Пререквизиты	«История и философия науки»; «Наукометрия и современные информационно-коммуникативные технологии в науке» «Научно-исследовательская практика»
2	Кореквизиты	«Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»
3	Постреквизиты	Итоговая государственная аттестация

1.2. Язык реализации дисциплины - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- цели использования воды на предприятиях различных отраслей промышленности;
- состояние вопроса с очисткой сточных вод, их повторным использованием и сбросом в водные объекты;
- схемы систем водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий различных отраслей промышленности;
- особенности организации «открытых» и «закрытых» оборотных циклов водоснабжения на промышленных предприятиях;
- традиционные и специальные технологии подготовки воды для производственного водоснабжения и очистки сточных вод; аппаратное оформление указанных технологических процессов;
- методику разработки технологических моделей систем водного хозяйства промышленных предприятий и отдельных элементов таких систем (оборотных циклов, сооружений водоподготовки и очистки сточных вод и др.);
- основные статьи инвестиционных и операционных затрат по объектам водного хозяйства промышленных предприятий;
- основные показатели эффективности систем водного хозяйства промышленных предприятий.

Уметь

- анализировать временные ряды данных по водопотреблению и водоотведению промышленных предприятий;
- разрабатывать технологические схемы водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий;

- определять и прогнозировать технологические параметры оборотных циклов водоснабжения, сооружений водоподготовки и очистки сточных вод;
- составлять водные и материальные оборотных циклов водоснабжения, сооружений водоподготовки и очистки сточных вод;
- составлять расчетные схемы и математическое описание технологических моделей систем водного хозяйства промышленных предприятий в стационарном и переводном режимах работы;
- решать технологические модели систем водного хозяйства промышленных предприятий с помощью систем компьютерной алгебры;
- проверять адекватность разработанных технологических моделей систем водного хозяйства промышленных предприятий;
- оптимизировать системы водного хозяйства промышленных предприятий по различным критериям оптимальности.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- умением формулировать прикладные задачи по модернизации существующих и проектированию новых систем водного хозяйства промышленных предприятий;
- умением собирать, систематизировать и анализировать исходные данные, необходимые для решения поставленных задач;
- методами разработки и выполнения математического описания технологических моделей существующих и проектируемых систем водного хозяйства промышленных предприятий;
- навыками использования систем компьютерной алгебры для расчета технологических параметров систем водного хозяйства промышленных предприятий;
- знаниями способов оценки затрат и результатов при модернизации существующих и проектировании новых систем водного хозяйства промышленных предприятий;
- умением использования разработанных технологических моделей систем водного хозяйства промышленных предприятий для оптимизации технико-экономических показателей существующих и проектируемых таких систем.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	
				5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия			
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0,6	0,6
5.	Промежуточная аттестация	0,33	0,33	3
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4,93	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Роль математического моделирования в технике	Моделирование и технологический прогресс. Основные этапы математического моделирования. Математические модели в водном хозяйстве
P2	Математическая модель	Понятие математической модели. Структура математической модели. Свойства математической модели. Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели. Особенности функциональных моделей. Иерархия математических моделей и формы их представления
P3	Математические модели простейших типовых элементов	Простейшие элементы механических систем. Некоторые элементы тепловых систем. Модели элементов гидравлических систем
P4	Математические модели систем из типовых элементов	Примеры математических моделей гидравлических систем
P5	Нелинейные математические модели микроуровня	Причины возникновения нелинейности. Статические и стационарные модели. Некоторые нестационарные модели. Простейшие динамические модели
P6	Раздел 6 «Математические модели микроуровня»	Одномерные модели гидравлических систем.
P7	«Алгоритмизация математических моделей	Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду. Вычислительные операции линейной алгебры

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

не предусмотрено

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Цели разработки математических моделей систем водного хозяйства и отдельных элементов

- таких систем. Основные задачи, решаемые с помощью моделирования.
2. Моделирование и расчеты систем водоснабжения и водоотведения промышленных предприятий различных отраслей промышленности.
 3. Моделирование и расчеты «открытых» оборотных циклов водоснабжения на промышленных предприятиях.
 4. Моделирование и расчеты «закрытых» оборотных циклов водоснабжения на промышленных предприятиях.
 5. Моделирование и расчеты традиционных технологий подготовки воды для производственного водоснабжения и их аппаратурное оформление.
 6. Моделирование и расчеты специальных технологий подготовки воды для производственного водоснабжения и их аппаратурное оформление.
 7. Моделирование и расчеты традиционных технологий очистки производственных сточных вод и их аппаратурное оформление.
 8. Моделирование и расчеты специальных технологий очистки производственных сточных вод и их аппаратурное оформление.
 9. Методика разработки технологических моделей систем водного хозяйства промышленных предприятий и отдельных элементов таких систем (оборотных циклов, сооружений водоподготовки и очистки сточных вод и др.).
 10. Расчеты технико-экономических показателей работы систем водного хозяйства промышленных предприятий.
 11. Имитационное моделирование элементов систем водного хозяйства промышленных предприятий.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

не предусмотрено

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Цирлин А. М. Методы оптимизации для инженеров : монография / А.М. Цирлин. — М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. — 214 с. — Доступ с любого компьютера корпоративной сети УрФУ из справ.-правовой системы «Техэксперт». — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427334> (дата обращения: 03.04.2018).
2. Чичкарев Е. А. Компьютерная математика с Maxima / Е.А. Чичкарев. — 2-е изд., испр. — М. : [б. и.], 2016. — 459 с. — Доступ с любого компьютера корпоративной сети УрФУ из справ.-правовой системы «Техэксперт». — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428974> (дата обращения: 03.04.2018).
3. ИТС 10-2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений городских округов [Электронный ресурс] : информ.-техн. справ. по наилучшим доступным технологиям от 15.12.2015 г. № 10-2015. — Доступ с любого компьютера корпоративной сети УрФУ из справ.-правовой системы «Техэксперт». — URL: <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/d?nd=1200128670> (дата обращения: 03.04.2018).
4. ИТС 8–2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях [Электронный ресурс] : информ.-техн. справ. по наилучшим доступным технологиям от 15.12.2015 г. № 8-2015. — Доступ с любого компьютера корпоративной сети УрФУ из справ.-правовой системы «Техэксперт». — URL: <http://sk5-410-lib-te.at.urfu.ru/docs/d?nd=1200128668> (дата обращения: 03.04.2018).
5. Физико-химические основы процессов очистки воды [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ф. Никифоров [и др.] — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.— 164 с. — URL:

- http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40610/1/978-5-7996-1618-2_2016.pdf (дата обращения: 03.04.2018).
6. Спеллман Ф. Р. Справочник по очистке природных и сточных вод. Водоснабжение и канализация / Ф. Р. Спеллман ; пер. с англ. яз. 2-го изд. под общ. ред. М. И. Алексеева. — Санкт-Петербург : Профессия, 2014. — 1024 с. Инвентарный номер ЗНБ УрФУ: 1167521. Всего 1 экз.
 7. Рябчиков Б. Е. Современная водоподготовка / Б. Е. Рябчиков. — М. : ДеЛи плюс, 2013. — 680 с. Инвентарный номер ЗНБ УрФУ: 1151324. Всего 1 экз.
 8. Обеззараживание природных и сточных вод : учеб. пособие / В. И. Аксенов, Ю. В. Аникин, И. И. Ничкова и др. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2013. — 130 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 22993, 1166696. Всего 2 экз.
 9. Обработка стоков и утилизация шламов металлургических предприятий / Е. Н. Селиванов, В. И. Аксенов, С. Э. Кляйн и др. — Екатеринбург : УИПЦ, 2014. — 80 с. Инвентарный номер ЗНБ УрФУ: 1169726. Всего 1 экз.
 10. Соколов, Л. И. Очистка эмульсионных сточных вод в машиностроении [Электронный ресурс] : монография / Л. И. Соколов. — 2-е изд. испр. и доп. — М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. — 78 с. — Доступ по логину и паролю из сети Интернет через электрон.-библ. систему «Университетская библиотека онлайн». — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466794> (дата обращения: 03.04.2018).
 11. Нарыков В. И. Гигиена водоснабжения / В. И. Нарыков, Ю. В. Лизунов, М. А. Бокарев. — СПб. : Спецлит, 2011. — 119 с. — Доступ по логину и паролю из сети Интернет через электрон.-библ. систему «Университетская библиотека онлайн». — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105045> (дата обращения: 03.04.2018).
 12. Соколов, Л. И. Переработка и утилизация нефтесодержащих отходов : монография / Л. И. Соколов. — 2-е изд. испр. и доп. — М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. — 161 с. — Доступ по логину и паролю из сети Интернет через электрон.-библ. систему «Университетская библиотека онлайн». — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466795> (дата обращения: 03.04.2018).

5.1.2. Дополнительная литература

1. Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 1 : справ. изд. / В. И. Аксенов [и др.] ; под. ред. В. И. Аксенова. — М. : Теплотехник, 2005. — 640 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 18118, 1136196. Всего 12 экз.
2. Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 2 : справ. изд. / В. И. Аксенов [и др.] ; под. ред. В. И. Аксенова. — М. : Теплотехник, 2005. — 432 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 18639, 1138650. Всего 10 экз.
3. Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 3 : справ. изд. / В. И. Аксенов [и др.] ; под. ред. В. И. Аксенова. — М. : Теплотехник, 2007. — 368 с. Инвентарный номер ЗНБ УрФУ: 1145449. Всего 10 экз.
4. Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 4 : справ. изд. / В. И. Аксенов [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова. — Москва : Теплотехник, 2007. — 240 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 20474, 1145485. Всего 10 экз.
5. Назаров В. Д. Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 5 : справ. изд. / В. Д. Назаров, В. И. Аксенов, М. В. Назаров ; под ред. В. И. Аксенова. — М. : Теплотехник, 2010. — 439 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 20482, 1150799. Всего 10 экз.
6. Водное хозяйство промышленных предприятий. Книга 6. Флокулянты : справ. изд. / В. И. Аксенов [и др.] ; под ред. В. И. Аксенова. — М. : Теплотехник, 2010. — 256 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 20473, 1150770. Всего 10 экз.
7. Применение флокулянтов в системах водного хозяйства : учеб. пособие / В. И. Аксенов, Ю. В. Аникин, Ю. А. Галкин и др. — Екатеринбург : [б. и.], 2008. — 92 с. — URL: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/40862/1/978-5-321-01296-3_2008.pdf (дата обращения: 03.04.2018).

8. Водоснабжение металлургических предприятий : учеб. для студентов вузов / В. И. Аксенов, В. В. Воронов, С. Э. Кляйн и др. ; под общ. ред. В. И. Аксенова. — Екатеринбург : УрФУ, 2011. — 262 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 1163874, 1163875.
9. Экологические проблемы в металлургии. Сточные воды : учеб. для вузов / С. Э. Кляйн, В. В. Воронов, В. И. Аксенов и др. — Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2005. — 441 с. Инвентарные номера ЗНБ УрФУ: 1142095, 1142096, 1138283.
10. Кичигин, В. И. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Кичигин, Е. Д. Палагин. — Самара : [б. и.], 2008 — 204 с. — Доступ по логину и паролю из сети Интернет через электрон.-библ. систему «Университетская библиотека онлайн». — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142979> (дата обращения: 03.04.2018).

5.2. Методические разработки

не используются

5.3. Программное обеспечение

1. Текстовые процессоры: «Microsoft Word» (доступ обеспечивает Дирекция информационных технологий УрФУ), «Apache OpenOffice.org Writer» (свободное программное обеспечение) или аналоги.
2. Программы для работы с электронными таблицами: «Microsoft Excel» (доступ обеспечивает Дирекция информационных технологий УрФУ), «Apache OpenOffice.org Impress» (свободное программное обеспечение) или аналоги.
3. Программы подготовки презентаций и просмотра презентаций: «Microsoft PowerPoint» (доступ обеспечивает Дирекция информационных технологий УрФУ), «Apache OpenOffice.org Calc» (свободное программное обеспечение) или аналоги.
4. Средства просмотра файлов «Pdf»: «Adobe Acrobat Reader DC» (свободное программное обеспечение), «Foxit PDF Reader» (свободное программное обеспечение) или аналоги.
5. Средства просмотра файлов «DjVu»: WinDjView (свободное программное обеспечение) или аналоги.
6. Программное обеспечение класса САПР (доступ обеспечивает Дирекция информационных технологий УрФУ): «AutoCAD», «Компас-3D».
7. Системы компьютерной алгебры: «Maxima» или «Axiom» (свободное программное обеспечение) или аналоги.

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Ресурсы образовательного портала УрФУ (режим доступа: <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>)
2. ЭБС «Лань» (режим доступа: <http://e.lanbook.com>)
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (режим доступа: <http://biblioclub.ru>)
4. Ресурсы образовательного портала УрФУ (режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>)

5.5. Электронные образовательные ресурсы

Электронные ресурсы ЗНБ УрФУ. Код доступа: URL:<http://lib.urfu.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

№	Аудитория, место нахождения	Характеристика кабинета / аудитории и программного обеспечения
	Ул. Мира, 17	Современная эргономичная мебель для студентов (на 40 чел.);

	С-310	Компьютер; Мультимедийный проектор; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader,
2	Ул. Мира,17 СП-106	Компьютерный класс Современная мебель для студентов (на 14 человек); Компьютер (14 ед.); Мультимедийный проектор; Лицензионное ПО: SOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus, Маркерная доска; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus
3	Ул. Мира,17 СП-206	Компьютерный класс Современная мебель для студентов (на 14 человек); Компьютер (14 ед.); Мультимедийный проектор; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus, Маркерная доска; Лицензионное ПО: MSOffice, Adobe Reader, Kaspersky Antivirus Сканер Копир Лазерный принтер
4	Ул. Мира,17 С-202	Методический кабинет, обеспеченный литературой Современная эргономичная мебель для студентов (на 15 чел.) Компьютер; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MSOffice, dobe Reader, Kaspersky Antivirus