

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование процессов очистки природных и сточных вод  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
08.06.01 Техника и технология строительства

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВО)

Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов  
(направленность (профиль))

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	3						
Часов по РУП	108						
Виды контроля на курсах	Экзамены	Зачеты	Курсовые проекты	Курсовые работы	Контрольные работы (для заочной формы обучения)		
		4					
	№№ курса						
	1	2	3	4	5	6	Итого
ЗЕТ по курсам				3			3
Лекции				4			4
Лабораторные				2			2
Практические				2			2
Контактная работа							
Сам.работа				100			100
Контроль							
Итого				108			108

Тольятти, 2018

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**

- ☒ Отсутствует
- ☒ Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция. Водоснабжение и водоотведение» (протокол заседания № 6 от «17» января 2018 г.)
- ☐ Рецензент

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2023 г.**

**Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:**

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

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

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

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение, вентиляция водоснабжение и водоотведение»  
(выпускающей направление (специальность))

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

М.Н. Кучеренко  
(И.О. Фамилия)

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.01.01 Моделирование процессов очистки природных и сточных вод**  
(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

---

### **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель – совершенствование профессиональных компетенций, позволяющих аспирантам моделировать инженерные и конструктивные решения систем водного хозяйства населенных пунктов, промышленных предприятий и территориально-промышленных комплексов, а также водоотведения и очистки сточных вод с целью предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод.

#### **Задачи:**

1. Закрепить знания у аспирантов направлений математического моделирования систем физико-химических параметров процессов, применительно к расчету систем водоснабжения и водоотведения.
2. Обучить навыкам ориентации в различных методах и методиках моделирования процессов очистки природных и сточных вод.
3. Обучить моделированию при разработке лабораторных и промышленных установок при проведении экспериментальных исследований на них.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули) по выбору» (вариативная часть).

Освоение данной дисциплины базируется на дисциплинах и учебных курсах предыдущего уровня образования.

Дисциплины, учебные курсы, для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – научно-исследовательская деятельность аспиранта и написание диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, сдачи кандидатского экзамена по специальности «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов».

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
- способность ориентироваться в полном спектре научных проблем профессиональной области (ПК-1)	Знать: математическое описание физико-химических процессов; основные методы математического моделирования; численные методы; методы оценки адекватности математических моделей, погрешностей вычислений; системы моделирования.
	Уметь: составлять математические модели для различных процессов водоочистки; применять методы математического моделирования для решения химико-технологических, биотехнологических задач; грамотно интерпретировать полученные результаты; осуществлять выбор языка программирования, системы моделирования для решения профессиональной задачи.

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
	Владеть: навыками экспериментального исследования биологической и физико-химической кинетики, массообмена, теплообмена, гидродинамики на всех стадиях технологического процесса и их математическим описанием; основными численными методами; методами прогнозирования с использованием математических моделей; навыками работы в системах моделирования, с языками программирования.
владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1)	Знать: современные научные достижения и идеи в области водоснабжения и водоотведения
	Уметь: применять статистические методы для обработки результатов экспериментов по испытанию элементов систем водоснабжения и водоотведения
	Владеть: навыками использования прикладных компьютерных программ для вычисления статистических показателей и проверки статистических критериев; методами планирования эксперимента в области водоснабжения и водоотведения.
способность к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов (ОПК-4)	Знать: современные аппаратно-программные комплексы для исследования элементов систем водоснабжения и водоотведения и методы их применения для проведения многофакторных экспериментов и статистической обработки результатов этих экспериментов.
	Уметь: профессионально эксплуатировать современное исследовательское оборудование для получения статистически значимых выборок и обработки результатов испытаний в области водоснабжения и водоотведения; производить вычисления требуемых параметров элементов систем.
	Владеть: навыками применения современного оборудования для организации технических многофакторных экспериментов определения характеристик элементов систем водоснабжения и водоотведения; анализа показаний приборов, возникающих при решении исследовательских и практических задач.

#### **Тематическое содержание дисциплины**

<b>Раздел, модуль</b>	<b>Подраздел, тема</b>
Раздел 1. Технологическое моделирование процессов	Тема 1.1. Моделирование процессов отстаивания.
	Тема 1.2. Моделирование процессов фильтрования.
Раздел 2. Основные виды и методы моделирования	Тема 2.1. Основные этапы физического и математического моделирования процессов.
	Тема 2.2. Статистические методы в технологии моделирования очистки воды.

**Общая трудоемкость дисциплины – 3 ЗЕТ.**

## Курс изучения 4

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы							Необходимые материально-технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)	Рекомендуемая литература (№)
		Контактная работа					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лабораторных, практических занятий, методы обучения, реализующие применяемую образовательную технологию	в часах	формы организации самостоятельной работы			
		лекций	лабораторных	практических							
Раздел 1. Технологическое моделирование процессов	Тема 1.1. Моделирование процессов отстаивания. Тема 1.2. Моделирование процессов фильтрования.	2	1	1	-	Проблемная лекция, технология проблемного обучения	50	Изучение учебной и научной литературы	Проектор, ноутбук	Ответы на контрольные вопросы. Отчет по лабораторной работе.	Осн. №1-3 Доп. №1-4
Раздел 2. Основные виды и методы моделирования	Тема 2.1. Основные этапы физического и математического моделирования процессов. Тема 2.2. Статистические методы в технологии моделирования очистки воды.	2	1	1	-	Проблемная лекция, технология проблемного обучения	50	Изучение учебной и научной литературы	Проектор, ноутбук	Ответы на контрольные вопросы. Отчет по лабораторной работе.	Осн. №1-3 Доп. №1-4
		4	2	2			100				
Контроль											
Итого:		108									

## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки
Ответы на контрольные вопросы. Отчет по лабораторным работам.	Допущены все аспиранты	Ответы на контрольные вопросы теоретического материала основной литературы. Лабораторные работы выполнены и защищены в срок.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Зачет (устно)	Допущены все аспиранты	«зачтено»	При ответе на вопросы показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего применения знаний
		«не зачтено»	При ответе на вопросы отсутствует логическая последовательность изложения материала без помощи преподавателя.

## 6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено учебным планом

## 7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Не предусмотрено учебным планом

## 8. Вопросы к зачету

№ п/п	Вопросы
1.	Свободное осаждение устойчивой взвеси.
2.	Осаждение неустойчивой взвеси.
3.	Стесненное осаждение.
4.	Исследование процессов осаждения в динамических условиях.
5.	Теоретические основы очистки воды фильтрованием.
6.	Многоцелевая экспериментальная установка.
7.	Обработка результатов опытов и расчет параметров фильтрования.
8.	Формальная кинетика и макрокинетика.
9.	Потоки в аппаратуре и их влияние на ход процесса.
10.	Модели структуры потоков в аппаратах.
11.	Эффективность различных реакторов.
12.	Физическое моделирование.
13.	Математическое моделирование.
14.	Проблема масштабного перехода.
15.	Моделирование с помощью вычислительных машин.
16.	Планирование эксперимента при оптимальных условиях.
17.	Операции с приближенными числами.
18.	Ошибки измерения и меры точности.
19.	Методы исключения грубых ошибок.
20.	Средние значения и их оценки.
21.	Сравнение дисперсий и средних значений.
22.	Обработка результатов научных исследований методами корреляционного и регрессионного анализов.
23.	Основные величины, измеряемые в исследованиях по водоотведению.
24.	Измерение уровней жидкости.
25.	Измерение давлений и перепадов давлений.
26.	Измерение расходов жидкости.
27.	Расчет фильтров по результатам технологического моделирования.
28.	Фильтрующие материалы.
29.	Метод математического планирования экспериментов.
30.	Построение графиков.

## **9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **9.1. Паспорт фонда оценочных средств**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Раздел 1. Технологическое моделирование процессов	ПК-1; ОПК-4; ОПК-1	Ответы на контрольные вопросы, зачет
2	Раздел 2. Основные виды и методы моделирования	ПК-1; ОПК-4; ОПК-1	Ответы на контрольные вопросы, зачет

### **9.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **9.2.1 Ответы на контрольные вопросы**

##### **Раздел 1. Технологическое моделирование процессов.**

###### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные особенности свободного осаждения устойчивой взвеси.
2. Назовите основные особенности осаждения неустойчивой взвеси.
3. Назовите основные особенности стесненного осаждения.

###### **Методические рекомендации по выполнению задания:**

1. Внимательно прочитать текст лекции по соответствующей теме, что позволит полнее понять смысл и вопросов и содержание схемы.
2. Найти соответствующий раздел в учебниках, ознакомиться с ним. Это поможет ответить на поставленные вопросы.
3. Продумать ответы на вопросы, сформулировать их в виде связных предложений.
4. Оформить ответы на вопросы в тетради письменно. Нумерация ответов должна соответствовать нумерации вопросов.

#### **9.2.2. Отчет по лабораторной работе**

Отчет должен содержать:

- а) титульный лист
- б) цель работы;
- в) схему экспериментальной установки или стенда;
- г) методику расчетов;
- д) результаты, полученные в ходе проведения лабораторной работы;
- е) выводы, заключение.



## **10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)**

Для формирования компетенций при изучении дисциплины «Моделирование процессов очистки природных и сточных вод» используются образовательные технологии, которые предполагают обучение в сотрудничестве. Преподаватель и аспиранты взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации.

При проведении лекций используются следующие интерактивные формы обучения:

- переход от преимущественной активности преподавателя к активности аспирантов;
- формирование учебной автономности аспиранта, его ответственности за процесс и результаты обучения;
- способность самостоятельно формулировать цели, ставить учебные задачи, выбирать способы и средства их решения, самостоятельно оценивать ход и результат учебного процесса, выявлять логические и иные ошибки, давать критическую оценку.

- на лекциях широко используется применение мультимедиа.

При обучении аспирантов используются следующие образовательные технологии:

Технология развития критического мышления – организация учебного процесса, при котором студенты проверяют, анализируют, развивают, применяют полученную информацию с целью развития когнитивных умений и навыков.

Информационные технологии – специальные способы, программные и технические средства для работы с информацией.

Технология проблемного обучения – организация активной, самостоятельной деятельности аспирантов по разрешению ситуаций, требующих творческого овладения знаниями, умениями, навыками, развитие мыслительных способностей.

Проведение практических занятий позволяет аспирантам развивать у себя исследовательские умения (умения выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, построения гипотез, обобщения, системного мышления).

При проведении практических занятий используются следующие формы обучения:

- организация самостоятельной работы аспирантов;
- создание профессионального контекста;
- подборка материала по определенной проблеме;
- использование наглядных пособий (схем, таблиц, диаграмм, рисунков, видеозаписи и др.) и т.п.
- подготовка презентаций с использованием различных вспомогательных средств (книг, видео, слайдов и т.п.).

## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	<b>Алексеев Е. В.</b> Моделирование систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Алексеев, В. Б. Викулина, П. Д. Викулин. - Москва : МГСУ : ЭБС АСВ, 2015. - 123 с. - ISBN 978-5-7264-1058-6.	Учебное пособие	ЭБС «IPRbooks»
2	<b>Петров А. В.</b> Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Петров. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 288 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1886-2.	Учебное пособие	ЭБС «Лань»

### 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы (аудио-, видеопособия и др.)

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	<b>Ксенофонтов Б. С.</b> Очистка сточных вод: компьютерные технологии в решении задач флотации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б. С. Ксенофонтов, К. В. Титов. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2017. - 240 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0648-4.	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	<b>Ксенофонтов Б. С.</b> Водоподготовка и водоотведение [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б. С. Ксенофонтов. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2018. - 298 с. : ил. - (Высшее образование. Магистратура). - ISBN 978-5-8199-0679-8.	Учебное пособие	ЭБС "ZNANIUM.COM"

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
3	<b>Сомов М. А.</b> Водоснабжение. В 2 т. Т. 1. Системы за- бора, подачи и распределения воды : учеб. для студ., обуч. по спец. "Водо- снабжение и водоотведение" направле- ния подготовки дипломиров. специали- стов "Строительство" / М. А. Сомов, М. Г. Журба. - Гриф УМО. - Москва : АСВ, 2010. - 260 с. : ил. - ISBN 978-5-93093- 565-3 : 354-70.	Учебник	2
4	<b>Журба М. Г.</b> Водоснабжение. В 2 т. Т. 2. Улучшение качества воды : учеб. для студ., обуч. по спец. "Водоснабжение и водоотве- дение" направления подготовки ди- пломиров. спец. "Строительство" / М. Г. Журба, Ж. М. Говорова. - Гриф УМО. - Москва : АСВ, 2010. - 542 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978- 5-93093-542-4 : 525-40.	Учебник	2

**- другие фонды:**

По учебному курсу данный подраздел не предусмотрен

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

\_\_\_\_\_

(подпись)

А.М. Асаева

(И.О.Фамилия)

\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

МП

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- Бесплатная электронная библиотека. — Режим доступа к библиотеке: <http://housecomputer.ru/business/construction/infrastructure/books/books-VK.html>
- Инженерно-строительный журнал — Режим доступа к журналу: <http://www.engstroy.spb.ru/arhiv.html>
- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. — Philadelphia : Clarivate Analytics, 2016— . — Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com). — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. — Netherlands : Elsevier, 2004— . — Режим доступа : [scopus.com](http://scopus.com). — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. — Москва : НЭБ, 2000— . — Режим доступа : [elibrary.ru](http://elibrary.ru). — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1.	Windows	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2.	Office Standart	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

### 11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1.	Лаборатория "Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.( С-307).	Доска аудиторная , стол преподавательский , Столы ученические двухместные (моноблоки) , проектор переносной..	Российская Федерация, 445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Ушакова, д. 59, С-307	72	28

№ п/п	Наименование оборудо- ванных учебных кабине- тов, лабораторий, мастер- ских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, ла- бораторий, ма- стерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
2.	Компьютерный класс. По- мещение для самостоятель- ной работы. Учебная ауди- тория для проведения заня- тий семинарского типа. Учебная аудитория для кур- сового проектирования (вы- полнения курсовых работ). Учебная аудитория для про- ведения групповых и инди- видуальных консультаций. Учебная аудитория для про- ведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет .	Российская Фе- дерация, 445020, Самарская об- ласть, г. Тольят- ти, ул. Белорус- ская, д. 14, Г-401	84,8	16