

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Прикладной и системной экологии

Рабочая программа по дисциплине

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ  
ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.06 «Экология и природопользование»**

Направленность (профиль):  
**Экологические проблемы больших городов, промышленных зон  
и полярных областей**

Квалификация:  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Экологические проблемы больших  
городов, промышленных зон  
и полярных областей»

 Алексеев Д.К.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
14.05 2018 г., протокол № 3

Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Авторы-разработчики:  
 Лекомцев П.В.

Санкт-Петербург 2018

## **1. Цели освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «математическое моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы» является получение и последующее применение студентами знаний в области теоретических и методических основ математического моделирования, разработки требований к создаваемым моделям и критериев их оценки, правильности выбора модели в зависимости от цели и задачи проведения исследований

### ***Задачи:***

- Формирование знаний законодательства Российской Федерации и правоотношений в области экологии и природопользования;
- Формирование представлений об устойчивости природных систем;
- Формирование знаний анализа существующих математических моделей, разработанных для различных направлений природопользования водных объектов;
- Формирование практических навыков использования и создания простейших моделей, необходимых для рационального, экономического регулирования природопользования водными объектами.

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

Дисциплина «Математическое моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы» для направления подготовки 05.03.06 - Экология и природопользование входит в вариативную часть учебного плана (108 часов общей трудоемкости) относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла профессиональных дисциплин, читается на четвертом курсе обучения в 7м семестре.

Приступая к изучению дисциплины «Математическое моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы» студент должен обладать знаниями в областях экологии и природопользования на уровне, предусмотренном государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 05.03.06- Экология и природопользование.

**Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин:** «Прикладные программные системы в экологии», «Основы природопользования», «Экономика природопользования», «Геоинформационные

системы», «Охрана окружающей среды», «Устойчивое развитие», «Экологический мониторинг», «Компьютерные технологии».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>Компетенция</b>
ПК-21	владение методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Математическое моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы» обучающийся должен:

#### ***Знать:***

- Историю развития математического моделирования.
- Виды математических моделей.
- Виды данных используемых в математических моделях.
- Принципы и этапы моделирования.
- Критерии оценки моделей.
- Виды антропогенной нагрузки на водные объекты.
- Параметры, влияющие на распространение примесей в водных объектах.
- Современные методы анализа атрибутивной и графической информации,
- современные методы геохимических и геофизических исследований
- Мероприятия по снижению антропогенной нагрузки на водные объекты.

#### ***Уметь:***

- правильно формулировать цель моделирования;
- выбирать вид математической модели антропогенной нагрузки согласно поставленной цели;
- использовать методы оценки устойчивости и целостности моделей;
- применять модели различных видов и типов для оценивания антропо-

генной нагрузки на водные объекты;

- проводить анализ информации с использованием разработанных моделей.

***Владеть:***

— терминологией и понятийным аппаратом в сфере математического моделирования;

— навыками использования математических моделей при определении антропогенного воздействия на водные экосистемы;

— методами анализа атрибутивной и графической информации по антропогенному воздействию;

— навыками использования математических моделей для рационального природопользования;

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Математическое моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы» сведены в таблице.

**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявления компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1	2	3	4	5
Уровень 1 (минимальный)	не владеет	слабо ориентируется в терминологии моделирования и содержании моделей	Способен выделить основные модели текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные модели	Способен показать основную модель в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные модели с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки при проектировании моделей	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
Уровень 2 (базовый)	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций моделей	Способен сравнивать концепции основных моделей, аргументировано излагает материал
	не умеет	выделяет основные модели, но не видит проблем решаемых моделями	Выделяет конкретную проблему на решение которой направлена модель, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументировано проводит сравнение концепций по заданной проблематике решаемой моделью
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций устойчивого развития
Уровень 3 (продвинутый)	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную модель, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем природопользования
	не умеет	выделяет основные модели, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной модели, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа, понимает ее основания и умеет выделить практическое значение при принятии управленческих решений
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа при использовании моделей	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современных проблем природопользования и устойчивого развития

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет: очная форма обучения- 3 зачетных единиц, 108 часов, из них: аудиторных занятий 54 часа, в том числе - число аудиторных часов занятий в активной или в интерактивной форме - 54 часов

**Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах год набора: 2015 - 2018 очная форма обучения;  
2014 - 2018 заочная форма обучения**

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	108	<b>108</b>
<b>Контактная<sup>1</sup> работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) - всего:</b>	44	<b>12</b>
в том числе:		
лекции	14	<b>4</b>
практические занятия	30	<b>8</b>
семинарские занятия		<b>-</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) - всего:</b>	64	<b>96</b>
в том числе:		
курсовая работа	-	
контрольная работа		
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	зачет	<b>зачет</b>

**4.1. Структура дисциплины Очная форма обучения, год набора:2015, 2016, 2017, 2018**

№п /п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	ЕГК К Е С	Самост. работа			
1	Введение.	7	1	2	4	собеседование, дискуссия		ПК-21
2	Математическое моделирование: общие принципы и понятия		1	4	6	собеседование, дискуссия		ПК-21
3	Виды математического моделирования		1	2	6	собеседование, дискуссия		ПК-21
4	Принципы математического моделирования		2	2	8	собеседование, дискуссия		ПК-21
5	Этапы создания математических моделей и их оценка		1	4	8	собеседование, дискуссия		ПК-21
6	Численные и аналитические модели оценки антропогенной нагрузки на водные экосистемы		2	4	8	собеседование, дискуссия, практическая работа		ПК-21
7	Принципы и моделирование антропогенной нагрузки в водоемах и водотоках: модели и методы оценки.		2	4	8	собеседование, практическая работа		ПК-21
8	Принципы и моделирование антропогенной нагрузки образованной поверхностными водами: модели и методы оценки.		2	4	8	собеседование, дискуссия, практическая работа		ПК-21
9	Принципы и моделирование антропогенной нагрузки подземными водами: модели и методы оценки.		2	4	8	собеседование, дискуссия, практическая работа		ПК-21
<b>Итого</b>			<b>14</b>	<b>30</b>	<b>64</b>			
108 часов (3 ЗЕТ)								

**Заочная форма обучения, год набора: 2014,2015,2016,2017,2018**

№п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	С <sup>ЕФ</sup> К <sup>Е</sup> Е <sup>Оп</sup> С	Самост. работа			
1	Введение.	7	1	2	24	собеседование, дискуссия		ПК-21
2	Математическое моделирование: общие принципы и понятия		0	0	0	собеседование, дискуссия		ПК-21
3	Виды математического моделирования		0	0	0	собеседование, дискуссия		ПК-21
4	Принципы математического моделирования		0	0	0	собеседование, дискуссия		ПК-21
5	Этапы создания математических моделей и их оценка		0	0	0	собеседование, дискуссия		ПК-21
6	Численные и аналитические модели оценки антропогенной нагрузки на водные экосистемы		0	0	0	собеседование, дискуссия, практическая работа		ПК-21
7	Принципы и моделирование антропогенной нагрузки в водоемах и водотоках: модели и методы оценки.		1	2	24	собеседование, практическая работа		ПК-21
8	Принципы и моделирование антропогенной нагрузки образованной поверхностными водами: модели и методы оценки.		1	2	24	собеседование, дискуссия, практическая работа		ПК-21
9	Принципы и моделирование антропогенной нагрузки подземными водами: модели и методы оценки.		1	2	24	собеседование, дискуссия, практическая работа		ПК-21
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>8</b>	<b>96</b>			
108 часов (3 ЗЕТ)								



## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **4.2.1. Введение в математическое моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы**

Введение в дисциплину позволит определить цель данного курса и поставить основные задачи для достижения поставленной цели. Также получить общие сведения об математическом моделировании, познакомиться с принципами, базовыми понятиями и определениями, рассмотреть основные виды данных при экологическом моделировании.

Направления моделирования экологических процессов и виды данных при этом используемых. Основные принципы и проблемы экологического моделирования.

#### **4.2.2. Математическое моделирование: общие принципы и понятия**

Цель и задачи математического моделирования. Правильность выбора цели и задачи исследования. Определение принципов и понятийного аппарата математического моделирования. Определение вида данных.

#### **4.2.3. Виды математического моделирования**

Виды математического моделирования. Численное и аналитическое моделирование в экологии. Цель и задачи моделирования антропогенной нагрузки. Классификация моделей антропогенной нагрузки на водные экосистемы. Показатели, используемые для создания моделей.

#### **4.2.4. Принципы математического моделирования**

Общая цель моделирования. Системный подход в моделировании. Особенности создания математических моделей. Принцип создания модели: информационной достаточности, осуществимости, множественности моделей, агрегирования, параметризации.

#### **4.2.5. Этапы создания математических моделей и их оценка**

Этапы построения модели. определение типа системы, описание внешних воздействий, декомпозиция системы. Оценка мат. модели: контроль: размерностей; порядков; характера зависимостей; экстремальных ситуаций; граничных условий; математической замкнутости; физического смысла; устойчивости модели.

#### **4.2.6. Численные и аналитические модели оценки антропогенной нагрузки на водные экосистемы**

Модели, основанные на аналитических и численных решениях уравнений переноса и турбулентной диффузии примесей в водных экосистемах

#### **4.2.7. Принципы и моделирование антропогенной нагрузки в водоемах и водотоках: модели и методы оценки.**

Определение типов системы, воздействий и откликов. Вид модели и данных. Основные параметры моделей антропогенной нагрузки, различия используемых моделей при расчете антропогенной нагрузки по видам экосистем. Прогностические и численные модели. Компоненты моделей и моделируемые процессы. Проверка моделей на осуществимость. Представление геопространства в моделях.

#### **4.2.8. Принципы и моделирование антропогенной нагрузки образованной поверхностными водами: модели и методы оценки.**

Определение типов системы, воздействий и откликов. Вид модели и данных. Основные параметры моделей антропогенной нагрузки, различия используемых моделей при расчете антропогенной нагрузки по видам экосистем. Прогностические и численные модели. Компоненты моделей и моделируемые процессы. Представление геопространства в моделях.

#### **4.2.9. Принципы и моделирование антропогенной нагрузки подземными водами: модели и методы оценки.**

Определение типов системы, воздействий и откликов. Вид модели и данных. Основные параметры моделей антропогенной нагрузки, различия используемых моделей при расчете антропогенной нагрузки по видам экосистем. Прогностические и численные модели. Компоненты моделей и моделируемые процессы. Представление геопространства в моделях.

### 4.3. Практические занятия их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Что такое математическое моделирование? Необходимость моделирования антропогенной нагрузки на экосистемы. Основные различия моделей.	Семинар, дискуссия	ПК-21
2	2	Цель и задачи математического моделирования. Основные принципы и понятия математического моделирования	Семинар, дискуссия	ПК-21
3	2	Типы моделей, виды моделей	Семинар	
4	3	Виды математического моделирования	Семинар	ПК-21
5	4	Принципы математического моделирования	Семинар, дискуссия	ПК-21
6	5	Этапы создания математических моделей и их оценка	Семинар, дискуссия	ПК-21
7	5	Определение типа системы, математическое описание внешних воздействий, декомпозиция системы.	Семинар, дискуссия	ПК-21
8	6	Модели, основанные на аналитических решениях уравнений переноса и турбулентной диффузии примесей в водных экосистемах и их использование	Семинар, практическая расчетная работа	ПК-21
9	6	Модели, основанные на численных решениях уравнений переноса и турбулентной диффузии примесей в водных экосистемах и их использование	Дискуссия, практическая расчетная работа	ПК-21
10	7	Определение типы системы, воздействий и откликов. Вид модели и данных. Основные параметры моделей антропогенной нагрузки	Семинар, дискуссия, практическая работа	ПК-21
11	7	Различия используемых моделей при расчете антропогенной нагрузки по видам экосистем. Прогностические и численные модели.	Семинар, дискуссия	ПК-21
12	7	Компоненты моделей и моделируемые процессы. Проверка моделей на осуществимость. Представление геопространства в моделях.	Семинар	ПК-21
13	8	Определение типы системы поверхностных вод, воздействий и откликов. Вид модели и данных. Основные параметры моделей антропогенной нагрузки поверхностных вод, различия используемых моделей при расчете антропогенной нагрузки по видам экосистем.	Дискуссия	ПК-21

14	8	Прогностические и численные модели при расчете антропогенной нагрузки поверхностными водами. Компоненты моделей и моделируемые процессы. Представление геопространства в моделях.	Семинар, дискуссия, практическая работа	ПК-21
15	8	Компоненты моделей и моделируемые процессы. Представление геопространства в моделях.	Дискуссия	ПК-21
16	9	Принципы и методы моделирования антропогенной нагрузки на подземные водные объекты	Семинар,	ПК-21
17	9	Компоненты моделей и моделируемые процессы подземных вод.	Дискуссия	ПК-21
18	9	Определение типов системы подземных водных объектов, воздействий и откликов. Вид модели и данных. Основные параметры моделей антропогенной нагрузки поверхностных вод, различия используемых моделей при расчете антропогенной нагрузки по видам экосистем	Семинар	ПК-21

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **5.1. Текущий контроль**

В рамках текущего контроля оцениваются все виды работы студента, предусмотренные учебной программой по дисциплине.

#### **Формами текущего контроля являются:**

- собеседования на пройденные темы;
- дискуссии: подготовка и обсуждение докладов (презентаций);
- участие в обсуждении изучаемого материала на практическом (семинарском) занятии;
- практическая работа.

#### **Во время текущего контроля оцениваются:**

- устные ответы на практических занятиях (семинарах);
- доклады на практическом занятии (семинаре);
- результаты выполнения заданий по практическим заданиям;
- степень освоения лекционного курса и тем для самостоятельного изучения.

#### **а) Образцы тем семинаров для текущего контроля**

1. Роль и место моделирования в создании и исследовании систем.
2. Критерии качества математических моделей.
3. Основы математического моделирования: требования к моделям, свойства моделей, составление моделей, примеры.
4. Классификация методов построения моделей экосистем.
5. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.
6. Технология построения моделей (в общем случае и для конкретных экосистем).
7. Математическое моделирование как наука и искусство.
8. Современные методы прогнозирования явлений и процессов.
9. Перспективы развития компьютерного моделирования сложных экосистем.
10. Качественные методы моделирования систем.
11. Системная динамика как методология и инструмент исследования сложных процессов.
12. Современные подходы имитационного моделирования

#### **в) Примерная тематика докладов на семинарах**

13. Математическое моделирование, цели и задачи.
14. Этапы моделирования физических процессов.
15. Уравнение турбулентной диффузии - как основа моделей распространения примесей.
16. Виды моделирования и их использование в экологии.
17. Моделирование распространения примесей в водотоках (общие вопросы и обуславливающие процессы).
18. Глобальный и национальный мониторинг состояния водных объектов ситуации.
19. Использование имитационного моделирования в экологии при расчете антропогенной нагрузки на водные объекты.
20. Использование аналитического моделирования в экологии.
21. Разработка концептуальной модели конкретного природного явления.

22. Виды данных для создания имитационных моделей и их использование.
23. Наземные автоматизированные системы контроля моделей.
24. Авиационные методы коррекции моделей.
25. Классификационные признаки и классификация моделей.
26. Основные этапы математического моделирования при определении антропогенной нагрузки.
27. Осуществление контроля модели.
28. Виды моделирования: их сходство и различия.
29. Особенности моделей, основанных на численном решении уравнения переноса и турбулентной диффузии примесей.
30. Особенности моделей, основанных на аналитическом решении уравнения переноса и турбулентной диффузии примесей.
31. Роль и место геоинформационных систем в моделировании антропогенной нагрузки на водные объекты.
32. Прогностические модели, их основные задачи и особенности.
33. Математические модели антропогенной нагрузки на водотоки: их основные задачи и особенности.
34. Математические модели антропогенной нагрузки на водоемы: их основные задачи и особенности.
35. Математические модели антропогенной нагрузки поверхностных вод: их основные задачи и особенности.
36. Математические модели антропогенной нагрузки подземных вод: их основные задачи и особенности.
37. Статистические модели распространения примесей в водных экосистемах.
38. Транспортно-диффузионные модели в экологии.
39. Стохастические модели в экологии
40. Основные подходы к моделированию экологических процессов
41. Общие закономерности моделирования антропогенной нагрузки на водных объектах.
42. Компьютерное программное обеспечение в математическом моделиро-

вании и оценке антропогенного воздействия на окружающую среду.

## **5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы**

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Математическое моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает:

- 1) работу с лекционным материалом;
- 2) изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- 3) анализ литературы и электронных источников информации по темам самостоятельной работы;
- 4) подготовку докладов, презентаций;
- 5) подготовку к зачету.

При подготовке к дискуссиям и устным опросам студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

## **5.3. Итоговая аттестация:**

Зачет **Вопросы для**

**зачета**

1. Дать определение математической модели, математического моделирования.
2. Перечислить основные свойства математических моделей.
3. Эколого-математическое моделирование - Цели и задачи предмета. Раскрыть понятия «модель», «моделирование».
4. Перечислить этапы системного анализа.
5. Перечислить свойства математических моделей.
6. Теоретические основы расчетных методов распространения примесей в атмосфере.
7. Назвать известные методики расчета рассеивания примесей в атмосфере. Их сходство и различия.
8. Перечислить основные показатели, учитываемые методикой ОНД-86 при расчете максимальной концентрации.

9. Перечислить основные показатели, учитываемые методикой EPA-US при расчете максимальной концентрации.
10. Перечислить основные показатели, учитываемые методикой ГДМ+МК при расчете максимальной концентрации.
11. Перечислить основные факторы, влияющие на рассеивание примесей в атмосфере.
12. Назвать все типы стратификации атмосферы. Каким образом стратификация атмосферы может повлиять на перенос примеси.
13. Теоретические основы расчетных методов разбавления сточных вод (уравнение турбулентной диффузии).
14. Назвать известные методы расчета разбавления сточных вод. Их сходство и различия.
15. Раскрыть понятие «разбавления», «кратность разбавления», «основное и начальное разбавление».
16. Особенности модели А.В. Караушева в расчете сточных вод Особенности модели А.В. Караушева в расчете сточных вод.
17. Особенности модели Н. Н. Лапшева в расчете сточных вод.
18. Особенности модели М. А. Руффеля в расчете сточных вод.
19. Особенности модели В.А.Фролова- И.Д. Родзиллера в расчете сточных вод.
20. Перечислить основные показатели, учитываемые при расчете максимальной концентрации сточных вод методом В.А. Фролова - И.Д. Родзиллера.
21. Перечислить основные показатели, учитываемые при расчете максимальной концентрации сточных вод методом А.В. Караушева.
22. Перечислить основные показатели, учитываемые при расчете максимальной концентрации сточных вод методом Н.Н. Лапшева.
23. Перечислить основные показатели, учитываемые при расчете максимальной концентрации сточных вод методом М.А. Руффеля.
24. В каких случаях ведется расчет начального разбавления?
25. Каким параметром учитывается разбавление в математических моделях?
26. Особенности разбавления в водотоках и водоемах.



27. Расчет разбавления сточных вод по методу А.В. Караушева (плоскостная и пространственная задачи).
28. Расчет разбавления сточных вод по методу В.А.Фролова - И.Д. Родзиллера.
29. Исходные данные для расчета разбавления в реках.
30. Исходные данные для расчета разбавления на озерах и водохранилищах.

### **Образец билетов к зачету:**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ **федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (РГГМУ)**

Экологический факультет ЗАЧЕТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА  
ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ» по направлению подготовки 05.03.06 «ЭКОЛОГИЯ И  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

#### **ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Дать определение математической модели, математического моделирования.
2. Перечислить основные показатели, учитываемые при расчете максимальной концентрации сточных вод методом А.В. Караушева.
3. Расход сточных вод предприятия составляет 0,52 м<sup>3</sup>/с. Наименьший среднемесячный расход воды в реке составляет 14,7 м<sup>3</sup>/с. Коэффициент смешения составляет 0,84. Определить кратность разбавления сточных вод перед расчетным пунктом водопользования. Какая модель используется для расчета антропогенной нагрузки? Определить типы воздействий и откликов реализованных в используемой модели.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Д.К. Алексеев

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

### **а) основная литература:**

1. Шилов, И. А. Экология : учебник для академического бакалавриата / И. А. Шилов. — 7-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 512 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3920-0. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/4D7133A0-0EE6-48C1-9D0A-7CD7A2A8C6BA](http://www.biblio-online.ru/book/4D7133A0-0EE6-48C1-9D0A-7CD7A2A8C6BA).
2. Данилов-Данильян, В. И. Экология : учебник и практикум для СПО / Н. Н. Митина, Б. М. Малашенков ; под ред. В. И. Данилова-Данильяна. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 363 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-9916-9826-9. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/6F552A61-1591-4640-BF0C-7C691D1D441B](http://www.biblio-online.ru/book/6F552A61-1591-4640-BF0C-7C691D1D441B).
3. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 183 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-53403065-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E](http://www.biblio-online.ru/book/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E).
4. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для академического бакалавриата / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 255 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/C7FE0C81-16DA-445E-8656-3A19CFB1170A](http://www.biblio-online.ru/book/C7FE0C81-16DA-445E-8656-3A19CFB1170A).
5. Нефтегазовые технологии: физико-математическое моделирование течений : учебное пособие для вузов / А. Б. Шабаров [и др.] ; под ред. А. Б. Шабарова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 215 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-03665-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/F6237F51-FD5E-4FF8-A337-1F6C9771E63B](http://www.biblio-online.ru/book/F6237F51-FD5E-4FF8-A337-1F6C9771E63B).
6. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 319 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05365-

4. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606](http://www.biblio-online.ru/book/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606).

**б) Дополнительная литература:**

1. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для магистратуры / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 126 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/E2C4BB51-D705-4993-8E29-496953F18787](http://www.biblio-online.ru/book/E2C4BB51-D705-4993-8E29-496953F18787).
2. [online.ru/book/E2C4BB51-D705-4993-8E29-496953F18787](http://www.biblio-online.ru/book/E2C4BB51-D705-4993-8E29-496953F18787).
3. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для академического бакалавриата / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 321 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01698-7. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/3BE3DA5E-63AD-4D81-ABC6-8B5C7744D7B3](http://www.biblio-online.ru/book/3BE3DA5E-63AD-4D81-ABC6-8B5C7744D7B3).

**Internet-ресурсы:**

1. ЭБС <http://znanium.com>. электронная библиотечная система.
2. <http://elibrary.ru>. электронная научная библиотека.

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (темы №1 -6, 8)	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.
Практические (семинарские) занятия (темы №1-9)	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, изучение рекомендуемой литературы, решение практических задач и другие виды работ.
Индивидуальные задания (подготовка докладов для дискуссии, практических работ)	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Подготовка презентаций. Изложение основных аспектов проблемы.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

## 8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости) \_\_\_\_\_

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Введение.	лекция, семинар, самостоятельная работа студентов	MS Office
Математическое моделирование: общие принципы и понятия	лекция, семинар, дискуссия, самостоятельная работа студентов	MSOffice
Виды математического моделирования	лекция, семинар, самостоятельная работа студентов, дискуссия	MSOffice
Принципы математического моделирования	лекция, семинар, самостоятельная работа студентов, дискуссия	MSOffice
Этапы создания математических моделей и их оценка	лекция, семинар, самостоятельная работа студентов, практическая работа	MS Office
Численные и аналитические модели оценки антропогенной нагрузки на водные экосистемы	лекция, семинар, самостоятельная работа студентов, дискуссия, практическая расчетная работа	MS Office
Принципы и моделирование антропогенной нагрузки в водоемах и водотоках: модели	семинар, самостоятельная работа студентов	MS Office

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
и методы оценки.		
Принципы и моделирование антропогенной нагрузки образованной поверхностными водами: модели и методы оценки.	лекция, семинар, дискуссия, самостоятельная работа студентов	MSOffice
Принципы и моделирование антропогенной нагрузки подземными водами: модели и методы оценки.	семинар, самостоятельная работа студентов	MSOffice

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы - укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

## ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

## ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

### Изменения, внесенные протоколом заседания кафедры ПСЭ от 17.05.2019 №9

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

**Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах**  
**год набора: 2019 очная форма обучения;**  
**2019 заочная форма обучения**

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	12
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия	28	8
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66	96
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	зачет