

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины**

Компьютерное моделирование технологических процессов систем  
водоснабжения и водоотведения

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

**По направлению подготовки**

08.03.01 «Строительство»

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

**По профилю подготовки**

«Водоснабжение и водоотведение»

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

**Кафедра** Инженерные системы и экология

Квалификация (степень) выпускника *бакалавр*

Астрахань - 2017



**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК - 5</b>	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию научных исследований и основные методы научного познания, состав и программное обеспечение автоматизированных систем, методы создания и анализа моделей</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач, использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами планирования эксперимента, методами сбора, обработки и представления информации, моделирующими процедурами программно-методических комплексов</li> </ul>
<b>ОПК - 7</b>	способностью обеспечить высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы математического моделирования действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений для обеспечения экономической эффективности проекта</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовывать и осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования; научно обоснованно производить выбор методик и средств решения задачи</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p>

		- методами разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере
<b>ПК - 7</b>	способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов	<p><b>Знать:</b> - методологию научных исследований и основные методы научного познания, состав и программное обеспечение автоматизированных систем, методы создания и анализа моделей</p> <p><b>Уметь:</b> - продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач, использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования</p> <p><b>Владеть:</b> - методами планирования эксперимента, методами сбора, обработки и представления информации, моделирующими процедурами программно-методических комплексов</p>

## 2. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП магистратуры

Дисциплина (модуль) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» реализуется в рамках базовой части Б1.Б.01.

Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» является изучение основ математического моделирования, классификации математических моделей, построение математических моделей различных систем и их исследование с помощью метода численного моделирования, планирование численных экспериментов и интерпретация полученных результатов.

Задачи:

- формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области математического моделирования.

Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин:

- геоинформационные системы;
- компьютерные технологии в водохозяйственном проектировании.

Дисциплина (модуль) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» изучается на 1 курсе во 2 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием

**количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» составляет 3 зачетных единицы (з.е.), 108 академических часов.

#### **Объём дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)**

Учебные занятия по образовательным программам проводятся в форме контактной работы обучающихся с преподавателем и в форме самостоятельной работы обучающихся

<b>Вид учебной работы</b>	<b>очная форма обучения</b>	<b>заочная форма обучения</b>
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
<b>Аудиторные занятия (включая контактную работу обучающихся с преподавателем), из них:</b>	<b>30</b>	<b>20</b>
- лекции	8	4
- практические занятия	12	8
- лабораторные занятия	10	8
<b>Самостоятельная работа студента (включая контактную работу обучающихся с преподавателем):</b>	<b>78</b>	<b>88</b>
- курсовая работа (проект)	-	-
- контрольная работа (расчётно-графическая работа)	к/р	к/р
- доклад (реферат)	-	-
и др.	-	-
Вид промежуточной аттестации (контактная работа)	к/р, экзамен	

**4. Содержание дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы», структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1.Разделы дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

*для очной формы обучения*

№ п/п	Раздел дисциплины	трудоёмкость (в часах)		Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость (в акад. часах)			Формы кон- троля успева- емости
		всего	аудиторные учебные заня- тия			Самостоятельная работа обучающихся	
			лекции	практические занятия	лабораторная работа		
1.	Общие сведения о моделировании	26	2	2	3	19	собеседование
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	26	2	2	3	19	собеседование
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидрогеохимические процессы и принципы их математического описания	27	2	2	3	20	собеседование
4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	29	2	4	3	20	собеседование
<b>Всего:</b>		<b>108</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>78</b>	коллоквиум, к/р, экзамен

для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	трудоёмкость (в часах)		Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в акад. часах)			Формы кон- троля успева- емости
		всего	аудиторные учебные заня- тия			Самостоятельная работа обучающихся	
			лекции	практические занятия	лабораторная работа		
1.	Общие сведения о моделировании	26	1	2	2	21	собеседование
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	26	1	2	2	21	собеседование
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидрогеохимические процессы и принципы их математического описания	27	1	2	2	22	собеседование
4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	29	1	2	2	24	собеседование
<b>Всего:</b>		<b>108</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>88</b>	к/р, экзамен

## 4.2.Содержание дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы», структурированное по разделам

*лекционные занятия*

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Общие сведения о моделировании	Основные понятия и определения моделирования. Математическое моделирование: стохастическое, детерминированное моделирование, моделирование продуктивности растений, основные особенности природных сред.
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	Термодинамическая (физико-химическая) система. Обмен веществом и энергией с внешней средой. Твердые, жидкие и газообразные фазы. Компоненты физико-химических систем. Термодинамическое состояние систем и его описание на основе законов равновесной и неравновесной (синергетика) термодинамики. Закон действия масс, как основа моделирования физико-химических процессов. Константа равновесия, произведение растворимости и активности, квотант и параметр насыщения/недонасыщенности реакций. Определение направления протекания реакций и процессов.
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидрогеохимические процессы и принципы их математического описания	Изменения энергии Гиббса, энтропии, теплоемкости и объема в ходе физико-химических взаимодействий. Стандартные термодинамические параметры веществ, химических реакций и физико-химических процессов. Справочники и электронные базы термодинамических данных. Методы расчета свободных энергий и констант равновесия. Учет давления и температуры. Уравнения теплоемкости и изменения объема. Определение термодинамических констант равновесия. Растворение/осаждение, окисление/восстановление, фазовые переходы, сорбция и ионный обмен, радиоактивный распад, химическая и биodeградация, дисперсия, диффузия. Принципы и методы математического описания геохимических и гидрогеохимических процессов.



4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	Способы формализации уравнений химических и физико-химических взаимодействий: элементный, предопределенных химических и элементарных реакций. Принципы описания состояния геохимических систем с помощью методов «минимизации свободной энергии» и «констант равновесия». Учет неидеальности компонентов системы с использованием метода активности Льюиса. Экспериментальное определение (измерение) и теоретический расчет активностей компонентов растворов, минералов и газов. Определение термодинамических параметров и констант равновесия процессов. Способы и уравнения моделирования комплексобразования, растворения-осаждения, окислительно-восстановительных реакций, эвазии и инвазии газов. Основные способы моделирования физико-химической и биохимической сорбции, ионного обмена, радиоактивного распада и биодеградации. Учет pH и Eh растворов, давления и температуры в ходе моделирования.
----	---	---

*практические занятия*

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Общие сведения о моделировании	Общие понятия о моделировании процессов в природно-техногенных комплексах.
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	Примеры моделей в мелиорации и природообустройстве
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидрогеохимические процессы и принципы их математического описания	Элементы математической статистики. Моделирование процессов в природно-техногенных комплексах. Общие понятия о прогнозировании процессов в ПТК природообустройства.
4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	Модель передвижения тяжёлых металлов. Модель передвижения лёгких нефтепродуктов

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1.	Общие сведения о моделировании	Математическая обработка результатов экспериментальных данных
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	Интерполяция и предсказания
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидрогеохимические процессы и принципы их математического описания	Моделирование процессов в природно-техногенных комплексах
4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	Прогнозирование функционирования природно-техногенных комплексов

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю):

1. Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие, Москва: Флинта, 2016. – 271 с.

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=93344](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=93344)

2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование Москва: Физматлит, 2005. – 160 с.

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=68976](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=68976)

3. Данилов Н. Н. Математическое моделирование: учебное пособие для вузов, Кемерово: Издательство Кемеровский государственный университет, 2014. – 98 стр.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=278827](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=278827)

4. Евсина Е.М. Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе контрольных работ по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» для магистрантов, направление подготовки «Природообустройство и водопользование», Астрахань, АИСИ - 2015. - 65 с.  
<http://edu.aucu.ru>

5. Степочкина Е.А. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учеб. пособие, Москва: Директ-Медиа, 2014. – 236 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=226141](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=226141)

7. Никулин К.С. Математическое моделирование в системе MATCAD: лабораторный практикум: учебное пособие. М.: Альтаир, МГАВТ, 2008.-

128 стр.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=430749](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=430749)

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» (Приложение 1)**

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»**

**а) основная учебная литература:**

1. Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие, Москва: Флинта, 2016. – 271 с.

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=93344](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=93344)

2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование Москва: Физматлит, 2005. – 160 с.

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=68976](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=68976)

3. Данилов Н. Н. Математическое моделирование: учебное пособие для вузов, Кемерово: Издательство Кемеровский государственный университет, 2014. – 98 стр.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=278827](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=278827)

**б) дополнительная учебная литература:**

4. Юрьева А.А. Математическое программирование. 2-е изд. исправ. и доп. – Изд-во «Лань». 2014. – 480 с.

5. Степочкина Е.А. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: Учеб. пособие, Москва: Директ-Медиа, 2014. – 236 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=226141](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=226141)

6. Евсина Е.М. Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине «Математическое моделирование процесса в компонентах природы»: для магистрантов, направление подготовки «Природообустройство и водопользование» /Е.М. Евсина. – Астрахань, АИСИ – 2015. – 64 с.

<http://edu.aucu.ru>

8. Евсина Е.М. Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям по дисциплине «Математическое моделирование процесса в компонентах природы» для магистрантов, направление подготовки «Природообустройство и водопользование», Астрахань, АИСИ - 2015. - 71 с.

<http://edu.aucu.ru>

9. Евсина Е.М. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Математическое моделирование процесса в компонентах природы» для магистрантов, направление подготовки «Природообустройство и водопользование», Астрахань, АИСИ - 2015. - 57 с.

<http://edu.aucu.ru>

10. Евсина Е.М. Учебно-методическое пособие для выполнения контрольных работ по дисциплине «Математическое моделирование процесса в компонентах природы» для магистрантов, направление подготовки «Природообустройство и водопользование», Астрахань, АИСИ - 2015. - 52 с.

<http://edu.aucu.ru>

11. Никулин К.С. Математическое моделирование в системе MATCAD: лабораторный практикум: учебное пособие. М.: Альтаир, МГАВТ, 2008.- 128 стр.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=430749](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=430749)

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»**

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru/>

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	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. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям ( <i>перечисление понятий</i> ) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом ( <i>указать текст из источника и др.</i> ). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) «Математическое моделирование процессов в компонентах природы», включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

<p>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</p>	<p>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209, 211)</p>	<p style="text-align: center;"><b>№209</b></p> <p>Microsoft office pro+ Dev SL A Each Academic (Договор поставки №1774 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» от 18.11.2015г.) на 47 компьютеров;</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017.</p> <p style="text-align: center;"><b>№211</b></p> <p>ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, неограниченно).</p>
<p>Учебная аудитория для проведения практических занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)</p>	<p>Microsoft office pro+ Dev SL A Each Academic (Договор поставки №1774 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» от 18.11.2015г.) на 47 компьютеров;</p> <p>Mathcad Education - University Edition (Договор поставки №220-1310250110 с ООО «5.25 Программы» от 24.10.2013 г.) на 25 компьютеров;</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)</p>	<p>Microsoft office pro+ Dev SL A Each Academic (Договор поставки №1774 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» от 18.11.2015г.) на 47 компьютеров;</p> <p>Mathcad Education - University Edition (Договор поставки №220-1310250110 с ООО «5.25 Программы» от 24.10.2013г.) на 25 компьютеров;</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>
<p>Аудитория для</p>	<p>ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, не-</p>

самостоятельной работы (ул. Татищева 18, ауд. №312)	ограниченно); 7-Zip (свободный файловый архиватор, бессрочно, неограниченно); Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Microsoft office pro+ Dev SL A Each Academic (Договор поставки №1774 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» от 18.11.2015г.) на 47 компьютеров; Mathcad Education - University Edition (Договор поставки №220-1310250110 с ООО «5.25 Программы» от 24.10.2013г.) на 25 компьютеров; Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.
Аудитория для текущей и промежуточной аттестации (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Microsoft office pro+ Dev SL A Each Academic (Договор поставки №1774 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» от 18.11.2015г.) на 47 компьютеров; Mathcad Education - University Edition (Договор поставки №220-1310250110 с ООО «5.25 Программы» от 24.10.2013г.) на 25 компьютеров; Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.

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

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209, 211)	Ауд. №209 Комплект учебной мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет. Ауд. № 211 Комплект учебной мебели Компьютер - 16 шт. Телевизор – 1 шт.
Учебная аудитория для проведения	Комплект ученой мебели. Компьютер - 16 шт.

практических занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет.
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Комплект учебной мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет.
Аудитория для самостоятельной работы (ул. Татищева 18, ауд. №312)	Комплект учебной мебели Компьютеры – 14 шт. Доступ к сети Интернет
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Комплект учебной мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет
Аудитория для текущей и промежуточной аттестации (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Комплект учебной мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет

## 12. Иные сведения и (или) материалы

### ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Очное отделение

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий (лекция, лабораторные, практические занятия)	Кол-во интер. часов	Наименование интерактивных форм проведения занятий
1.	Общие сведения о моделировании	лекция, лабораторные, практические занятия	3,5	электронное тестирование знаний, умений и навыков
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	лекция, лабораторные, практические занятия	3,5	электронное тестирование знаний, умений и навыков
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидро-геохимические процессы и принципы их математического описания	лекция, лабораторные, практические занятия	3,5	электронное тестирование знаний, умений и навыков
4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	лекция, лабораторные, практические занятия	3,5	электронное тестирование знаний, умений и

				НАВЫКОВ
	<b>Итого:</b>	<b>44</b>	<b>14</b>	

### Заочное отделение

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий (лекция, лабораторные, практические занятия)	Кол-во интер. часов	Наименование интерактивных форм проведения занятий
1.	Общие сведения о моделировании	лекция, лабораторные, практические занятия	1	электронное тестирование знаний, умений и навыков
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	лекция, лабораторные, практические занятия	1	электронное тестирование знаний, умений и навыков
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидрогеохимические процессы и принципы их математического описания	лекция, лабораторные, практические занятия	1	электронное тестирование знаний, умений и навыков
4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	лекция, лабораторные, практические занятия	1	электронное тестирование знаний, умений и навыков
	<b>Итого:</b>	<b>20</b>	<b>4,0</b>	





## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

	Ф.И.О.	Результат согласования	Подпись
Начальник УМУ	Шуклина Ю.А.	согласовано	
Председатель МС направления «Природообустройство и водопользование»	Дербасова Е.М.	согласовано	

Министерство образования и науки Астраханской области  
Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области высшего образования  
«Астраханский государственный архитектурно-строительный  
университет»  
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

---



## ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### Наименование дисциплины

Компьютерное моделирование технологических процессов систем  
водоснабжения и водоотведения

*(указывается наименование в соответствии с учебным планом)*

По направлению подготовки 08.03.01 Строительство

*(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)*

По профилю подготовки

«Водоснабжение и водоотведение»

*(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)*

Кафедра Инженерные системы и экология

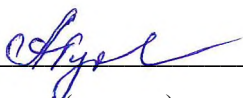
Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

Астрахань - 2017

**Разработчики:**

доцент, к.т.н., доцент


(занимаемая должность,  
учёная степень и учёное звание)

 / Г.Б. Абуова /  
(подпись) И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана 2017 г.

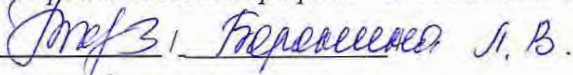
Оценочные и методические материалы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 25.05.2017 г.

Заведующий кафедрой

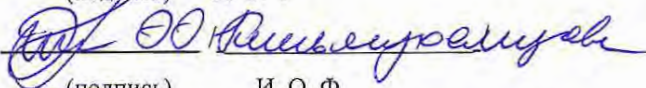
 / Е.М. Дербасова /  
(подпись) И. О. Ф.

**Согласовано:**

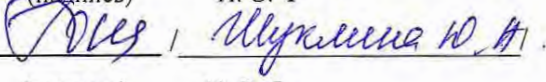
Председатель МКН «Строительство» профиль «Водоснабжение и водоотведение»

  
(подпись) И. О. Ф.

Начальник УМУ

  
(подпись) И. О. Ф.

Специалист УМУ

  
(подпись) И. О. Ф.

## 1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№	Контролируемые разделы дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Общие сведения о моделировании	ОПК-5 (знать)	собеседование коллоквиум, к/р экзамен
		ОПК-5 (уметь)	
		ОПК-7 (знать)	
		ОПК-7 (уметь)	
		ПК-7 (знать)	
		ПК-7 (уметь)	
2.	Принципы описания природно-техногенных физико-химических систем	ОПК-5 (уметь)	собеседование коллоквиум, к/р экзамен
		ОПК-5 (знать)	
		ПК-7 (уметь)	
3.	Термодинамические данные и параметры моделей. Гидрогеохимические процессы и принципы их математического описания	ОПК-5 (знать)	собеседование коллоквиум, к/р экзамен
		ОПК-5 (уметь)	
		ОПК-5 (владеть)	
		ОПК-7 (знать)	
		ОПК-7 (уметь)	
		ОПК-7 (владеть)	
		ПК-7 (знать)	
		ПК-7 (уметь)	
		ПК-7 (владеть)	
4.	Моделирование геохимических процессов в компонентах природы	ОПК-5 (знать)	собеседование коллоквиум, к/р экзамен
		ОПК-5 (уметь)	
		ОПК-5 (владеть)	
		ОПК-7 (знать)	
		ОПК-7 (уметь)	
		ОПК-7 (владеть)	
		ПК-7 (знать)	
		ПК-7 (уметь)	
		ПК-7 (владеть)	

### Критерии оценивания компетенций следующие:

- ✓ ответы имеют полные решения\* (их содержание свидетельствует об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи), позволяющие проверить уровень сформированности компетенций, оценивается в 5 баллов (отлично);
  - ✓ более 75 % ответов имеют полные решения (их содержание свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и его умении решать профессиональные задачи) – 4 балла (хорошо);
  - ✓ не менее 50 % ответов имеют полные решения (их содержание свидетельствует об удовлетворительных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации) – 3 балла (удовлетворительно);
  - ✓ менее 50 % ответов имеют решения (их содержание свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и его неумении решать профессиональные задачи) – 2 балла (неудовлетворительно);
- \* Полное решение – решение вопроса с правильным ответом

## 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине	Номер раздела дисциплины				Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7
ОПК - 5: способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	<b>Знать:</b> - методологию научных исследований и основные методы научного познания, состав и программное обеспечение автоматизированных систем, методы создания и анализа моделей	X	X	X	X	Собеседование: Раздел 1: задания 1-2 Раздел 2: задания 1-2 Раздел 3: задания 1-2 Раздел 4: задания 1-2
	<b>Уметь:</b> - продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач, использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования	X	X	X	X	Контрольная работа Раздел 1. Вариант 1-4 Раздел 2. Вариант 1-4 Раздел 3. Вариант 1-4 Раздел 4. Вариант 1-4
	<b>Владеть:</b> - методами планирования эксперимента, методами сбора, обработки и представления	X	X	X	X	Коллоквиум: вопросы: 1-31 Экзамен вопросы: 1-31

	информации, моделирующими процедурами программно-методических комплексов					
ОПК - 7: способностью обеспечивать высокое качество работы при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов природообустройства и водопользования, при проведении научно-исследовательских работ	<b>Знать:</b> - методы математического моделирования действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений для обеспечения экономической эффективности проекта	X	X	X	X	Собеседование: Раздел 1: задания 1-2 Раздел 2: задания 1-2 Раздел 3: задания 1-2 Раздел 4: задания 1-2
	<b>Уметь:</b> - организовывать и осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования; научно обоснованно производить выбор методик и средств решения задачи	X	X	X	X	Контрольная работа Раздел 1. Вариант 1-4 Раздел 2. Вариант 1-4 Раздел 3. Вариант 1-4 Раздел 4. Вариант 1-4
	<b>Владеть:</b> - методами разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов,	X	X	X	X	Коллоквиум: вопросы: 1-31 Экзамен вопросы: 1-31

	относящихся к профессиональной сфере					
ПК – 7: способность разрабатывать и вести базы экспериментальных данных, производить поиск и выбор методов и моделей для решения научно-исследовательских задач, проводить сравнение и анализ полученных результатов исследований, выполнять математическое моделирование природных процессов	<b>Знать:</b> - методологию научных исследований и основные методы научного познания, состав и программное обеспечение автоматизированных систем, методы создания и анализа моделей					Собеседование: Раздел 1: задания 1-2 Раздел 2: задания 1-2 Раздел 3: задания 1-2 Раздел 4: задания 1-2
	<b>Уметь:</b> - продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач, использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования					Контрольная работа Раздел 1. Вариант 1-4 Раздел 2. Вариант 1-4 Раздел 3. Вариант 1-4 Раздел 4. Вариант 1-4
	<b>Владеть:</b> - методами планирования эксперимента, методами сбора, обработки и представления информации, моделирующими процедурами программно-методических комплексов					Коллоквиум: вопросы: 1-31 Экзамен вопросы: 1-31



### Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы

#### 3.1. Экзамен

##### а) типовые вопросы

1. Какие бывают модели?
2. Классификация моделей по способам применения.
3. Примеры моделей в мелиорации и природообустройстве.
4. Что такое физическое моделирование?
5. Приведите примеры физического моделирования в природообустройстве.
6. Что такое аналоговое моделирование?
7. Что такое математическая модель?
8. Что такое стохастическое моделирование?
9. Как проверить достоверность результатов моделирования?
10. Что такое математическое детерминантное моделирование?
11. Как связаны стохастическое и детерминантное моделирования?
12. Что такое проводимость?
13. Как проявляют себя барьерные свойства компонентов природы?
14. Как проявляют себя емкостные свойства компонентов природы?
15. Что такое водный режим почвы?
16. Что такое водно-физические свойства почвы?
17. От чего зависит потенциал почвенной влаги?
18. Что такое влагоемкость почвы?
19. Что такое наименьшая влагоемкость?
20. Что такое почвенные гидрофизические функции?
21. С чем связан гистерезис основной гидрофизической характеристики?
22. Что такое педотрансферные функции?
23. Что такое модель SWAP?

24. Как применяется уравнение водного баланса в модели SWAP?
25. Как отображаются законы движения почвенной влаги в модели SWAP?
26. Как учитывается отбор воды корнями растений?
27. Как применяется численное решение уравнения Ричардса в модели SWAP?
28. Какие ионы чаще всего растворены в почвенной влаге?
29. Каковы главные механизмы переноса растворенных веществ в почве?
30. Какие процессы перемещения солей в почве моделирует SWAP?
31. В чем заключается моделирование переноса растворенных веществ?

### 3.2. Собеседование

а) Примерный перечень заданий для собеседования (*Приложение*)

### 3.3. Контрольная работа (*Приложение*)

а) типовые задания

## 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### 4.1. Экзамен

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Магистрант должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.

2	Хорошо	Магистрант должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
3	Удовлетворительно	Магистрант должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
4	Неудовлетворительно	Магистрант демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой

#### 4.2. Собеседование

При оценке знаний на собеседовании учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Магистрант должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.

2	Хорошо	Магистрант должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
3	Удовлетворительно	Магистрант должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
4	Неудовлетворительно	Магистрант демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой

### 4.3. Контрольная работа

Выполняется в письменной форме. При оценке контрольной работы учитывается:

1. Правильность оформления контрольной работы
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Умение связать теорию с практикой.
7. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Магистрант должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.

2	Хорошо	<p>Магистрант должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li> <li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий;</li> <li>достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li> <li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li> <li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>
3	Удовлетворительно	<p>Магистрант должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li> <li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>
4	Неудовлетворительно	<p>Магистрант демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul>

Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области  
высшего профессионального образования  
«Астраханский инженерно-строительный институт»

кафедра ФиМИТ

### Вопросы для подготовки к экзамену

по дисциплине математическое  
моделирование процессов в компонентах природы

1. Какие бывают модели?
2. Классификация моделей по способам применения.
3. Примеры моделей в мелиорации и природообустройстве.
4. Что такое физическое моделирование?
5. Приведите примеры физического моделирования в природообустройстве.
6. Что такое аналоговое моделирование?
7. Что такое математическая модель?
8. Что такое стохастическое моделирование?
9. Как проверить достоверность результатов моделирования?
10. Что такое математическое детерминантное моделирование?
11. Как связаны стохастическое и детерминантное моделирования?
12. Что такое проводимость?
13. Как проявляют себя барьерные свойства компонентов природы?
14. Как проявляют себя емкостные свойства компонентов природы?
15. Что такое водный режим почвы?
16. Что такое водно-физические свойства почвы?
17. От чего зависит потенциал почвенной влаги?
18. Что такое влагоемкость почвы?
19. Что такое наименьшая влагоемкость?

20. Что такое почвенные гидрофизические функции?
21. С чем связан гистерезис основной гидрофизической характеристики?
22. Что такое педотрансферные функции?
23. Что такое модель SWAP?
24. Как применяется уравнение водного баланса в модели SWAP?
25. Как отображаются законы движения почвенной влаги в модели SWAP?
26. Как учитывается отбор воды корнями растений?
27. Как применяется численное решение уравнения Ричардса в модели SWAP?
28. Какие ионы чаще всего растворены в почвенной влаге?
29. Каковы главные механизмы переноса растворенных веществ в почве?
30. Какие процессы перемещения солей в почве моделирует SWAP?
31. В чем заключается моделирование переноса растворенных веществ?

Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области  
высшего профессионального образования  
«Астраханский инженерно-строительный институт»

кафедра ФиМИТ

**Примерный комплект заданий для контрольной работы**

по дисциплине математическое  
моделирование процессов в компонентах природы

Вариант 1

Определить равновесное состояние металла, сорбированной почвой.

Вариант 2

Произвести расчёт содержания тяжёлых металлов в снежном покрове и поступления их в водные источники.

**Табл. 1.** Скорость осаждения тяжёлых металлов, мг/ (м<sup>2</sup>/мес)

Металл	Марганец	Медь	Цинк	Свинец
1 период Скорость осаждения $\delta_i$ , м/с.	1,164	0,029	2,003	0,145
2 период Скорость осаждения $\delta_i$ , м/с	0,145	0,072	0,391	0



Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области  
высшего профессионального образования  
«Астраханский инженерно-строительный институт»

кафедра ФиМИТ

**Примерный комплект заданий для собеседования**

по дисциплине математическое  
моделирование процессов в компонентах природы

1. Рассчитать уравнение зависимости содержания железа магнетитового  $y$  от содержания железа общего  $x$  в руде.
2. По простиранию рудного тела от произвольной точки отсчета на расстоянии  $x_i$  от нее измерена мощность  $y_i$  (табл.). Требуется рассчитать параболическую зависимость мощности линзообразного рудного тела.

**Таблица.** Расчет параболической зависимости, аппроксимирующей изменение мощности рудного тела

№ п/п	Исходные данные, м		Произведения					
	$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$x_i^3$	$x_i^4$	$x_i y_i$	$x_i^2 y_i$	$y_i^2$
1	2	0,7	4	8	16	1,4	2,8	0,49
2	6	1,3	25	125	625	6,5	32,5	1,69
3	7	2,6	49	343	2401	18,2	127,4	6,76
4	9	2,8	81	729	6561	25,2	226,8	7,84
5	12	2,0	144	1728	20738	24,0	288,0	4,00
6	14	1,8	196	2744	38416	25,2	352,8	3,24
7	16	1,0	256	4096	65536	16,0	256,0	1,00
8	19	0,4	381	6859	130321	7,6	144,4	0,16
Сумма	84	12,6	1116	18632	204612	124,1	1430,7	25,18
Среднее	10,5	1,575	139,5	2079	33076	15,51	178,8	3,148

Государственное автономное образовательное учреждение  
Астраханской области  
высшего профессионального образования  
«Астраханский инженерно-строительный институт»

Кафедра ФиМИТ

**Вопросы для коллоквиума**

по дисциплине математическое  
моделирование процессов в компонентах природы

1. Какие бывают модели?
2. Классификация моделей по способам применения.
3. Примеры моделей в мелиорации и природообустройстве.
4. Что такое физическое моделирование?
5. Приведите примеры физического моделирования в природообустройстве.
6. Что такое аналоговое моделирование?
7. Что такое математическая модель?
8. Что такое стохастическое моделирование?
9. Как проверить достоверность результатов моделирования?
10. Что такое математическое детерминантное моделирование?
11. Как связаны стохастическое и детерминантное моделирования?
12. Что такое проводимость?
13. Как проявляют себя барьерные свойства компонентов природы?
14. Как проявляют себя емкостные свойства компонентов природы?
15. Что такое водный режим почвы?
16. Что такое водно-физические свойства почвы?
17. От чего зависит потенциал почвенной влаги?
18. Что такое влагоемкость почвы?
19. Что такое наименьшая влагоемкость?
20. Что такое почвенные гидрофизические функции?

21. С чем связан гистерезис основной гидрофизической характеристики?
22. Что такое педотрансферные функции?
23. Что такое модель SWAP?
24. Как применяется уравнение водного баланса в модели SWAP?
25. Как отображаются законы движения почвенной влаги в модели SWAP?
26. Как учитывается отбор воды корнями растений?
27. Как применяется численное решение уравнения Ричардса в модели SWAP?
28. Какие ионы чаще всего растворены в почвенной влаге?
29. Каковы главные механизмы переноса растворенных веществ в почве?
30. Какие процессы перемещения солей в почве моделирует SWAP?
31. В чем заключается моделирование переноса растворенных веществ?