

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 - 2016

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
ОПК - 5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методологию научных исследований и основные методы научного познания, состав и программное обеспечение автоматизированных систем, методы создания и анализа моделей <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач, использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами планирования эксперимента, методами сбора, обработки и представления 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	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы математического моделирования действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений для обеспечения экономической эффективности проекта <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать и осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования; научно обоснованно производить выбор методик и средств решения задачи <p>Владеть:</p>

		- методами разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, 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	<p>Знать: - методологию научных исследований и основные методы научного познания, состав и программное обеспечение автоматизированных систем, методы создания и анализа моделей</p> <p>Уметь: - продуктивно работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач, использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования</p> <p>Владеть: - 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

Вид учебной работы	очная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия (включая контактную работу обучающихся с преподавателем), из них:	30	20
- лекции	8	4
- практические занятия	12	8
- лабораторные занятия	10	8
Самостоятельная работа студента (включая контактную работу обучающихся с преподавателем):	78	88
- 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
Всего:		108	8	10	12	78	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
Всего:		108	4	8	8	88	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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209, 211)	<p style="text-align: center;">№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>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;">№211</p> <p>ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, неограниченно).</p>
Учебная аудитория для проведения практических занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)	<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>
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)	<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>
Аудитория для	ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, не-

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
	Итого:	44	14	

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
	Итого:	20	4,0	

**ЛИСТ
внесения дополнений и изменений**

Дополнение к рабочей программе дисциплины Математическое моделирование процессов в компонентах природы

Зав. кафедрой _____

(Ф.И.О., подпись)

Протокол

№ _____

От «__» _____ 20__ г.

раздел	стр. пункт	содержание изменения, дополнения

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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