

Документ подписан электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 15.02.2024 15:46:52  
Уникальный программный ключ:  
790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМЕНИ  
В.И. ВЕРНАДСКОГО»  
(Университет Вернадского)**

Принято Ученым советом  
Университета Вернадского  
«30» августа 2023г., протокол № 1

«УТВЕРЖДЕНО»  
Проректор А.И. Тихонов  
«30» августа 2023г.



**Рабочая программа дисциплины  
«Системный анализ, моделирование и статистическая  
обработка результатов исследований»**

Направление подготовки: **05.06.01 Науки о Земле**

Направленность (профиль) подготовки: **Экология (по отраслям)**

Квалификация: **исследователь, преподаватель-исследователь**

Форма обучения: **очная**

**1. Цели и задачи дисциплины:** является формирование у студентов базовой системы знаний в области математического моделирования.

Выпускник, освоивший программу магистратуры по направлению подготовки 05.04. 01 Науки о земле в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа магистратуры, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

***производственно-управленческая деятельность:***

- организация процессов проектирования, создания и эксплуатации объектов природообустройства, водопользования и обводнения территорий, обеспечение качества этих процессов;

- разработка программы мероприятий по снижению негативных последствий деятельности, связанной с природопользованием и другой антропогенной деятельностью, и руководство ее выполнением;

- разработка программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования для оценки их воздействия на окружающую среду и руководство ее выполнением;

***научно-исследовательская деятельность:***

- планирование и организация исследований антропогенного воздействия на компоненты природной среды;

- анализ опыта работ по природообустройству и водопользованию с целью использования результатов для совершенствования деятельности в этой области.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Коды компетенций	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
ОК - 5	способность оформлять, представлять, докладывать, обсуждать и распространять результаты профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> свойства природных компонентов, для прогноза их изменения при антропогенных воздействиях; процессы массо- и теплопереноса в природных средах; процессы поступления и трансформации веществ в компонентах природы.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования при исследовании природных процессов;</p> <p><b>Владеть:</b> методами изучения, анализа и математического описания процессов формирования речного стока, его подземной составляющей, химического состава подземных и поверхностных вод, опасных гидрогеологических и гидрологических явлений.</p>
ОПК-1	способностью и готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	<p><b>Знать:</b> количественные и качественные характеристики функционирования систем; структуру (строение) системы. Законы самосохранения и целостности системы.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования, работать и руководить коллективом при исследовании природных процессов</p> <p><b>Владеть:</b> методами построения детерминированных и вероятностных моделей природных процессов, возникающих при природообустройстве и водопользовании; методами изучения, анализа и математического</p>

		описания процессов формирования речного стока, его подземной составляющей, химического состава подземных и поверхностных вод, опасных гидрогеологических и гидрологических явлений.
ОПК-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	<b>Знать:</b> приемы и методы математического моделирования при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования. <b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования в профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> методами построения моделей природных процессов с использованием современных приборов и компьютерных средств
ОПК - 6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию	<b>Знать:</b> основные процессы поступления и трансформации веществ в компонентах природы <b>Уметь:</b> собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию; <b>Владеть:</b> методами построения математических моделей на основе собранной информации
ПК-5	способностью использовать знания водного и земельного законодательства и правил охраны водных и земельных ресурсов для проверки их соблюдения при водопользовании, землепользовании и обустройстве природной среды	<b>Знать:</b> основы водного и земельного законодательства, основные понятия и определения моделирования систем. <b>Уметь:</b> разрабатывать математические модели; выбирать метод исследования математической модели; анализировать результаты математического моделирования. <b>Владеть:</b> методами эксперимента с моделью и обработкой полученных результатов.
ПК-6	способностью формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности	<b>Знать:</b> приемы и методы системного подхода, важнейшие физико-географические, геологические и морфометрические характеристики речного бассейна. <b>Уметь:</b> применять знания и методы исследований при экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, <b>Владеть:</b> методами системного подхода для решения проблем построения модели сложной системы с учетом всех факторов и взаимосвязей, пропорциональности их значимости на всех этапах исследования системы и построения модели.
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	<b>Знать:</b> приемы и методы системного анализа при построении моделей в компонентах природы. <b>Уметь:</b> применять основные инструменты управления настройкой модели и параметры для решения геофильтрационной задачи. <b>Владеть:</b> методами математического моделирования природных процессов для решения научно - исследовательских задач.

	процессов	
--	-----------	--

**3.. Место дисциплины в структуре ООП:** относится к базовой части . части Блока 1 дисциплин и модулей ООП и осваивается на 1 курсе.

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям, необходимым для освоения дисциплины:

Предшествующими дисциплинами, обеспечивающими успешное изучение данной дисциплины, являются следующие: «Экология», «Гидрология, метеорология и климатология», «Высшая математика», «Информатика». Курс базируется на компетенциях, полученных студентами в процессе изучения вышеуказанных дисциплин.

**3.1. Дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ модулей (разделов) данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин		
		1	2	3
1.	Высшая математика	+	+	+
2.	Экология	+	+	+
3.	Гидрология, метеорология и климатология		+	+
4.	Информатика			

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

№ п.п.	Вид учебной работы	Всего часов (академических)	Курс/Семестры		
			1/1		
1.	Контактная работа обучающихся с преподавателем всего:	21	21		
1.1.	Аудиторная работа (всего)	20	20		
	В том числе:	-	-	-	-
	Занятия лекционного типа (ЗЛТ)	4	4		
	Занятия семинарского типа (ЗСТ) в т.ч.:				
	Практические, семинарские занятия (ПЗ/СЗ)	10	10		
	Лабораторные занятия (ЛЗ)	6	6		
1.2	Внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем в электронной информационно-образовательной среде всего*	1	1		
2.	Самостоятельная работа*	114	114		
	В том числе:	-	-	-	-
2.1.	Изучение теоретического материала	58	58		
2.2.	Написание курсового проекта (работы)				
2.3.	Написание контрольной работы	40	40		
2.4.	Другие виды самостоятельной работы (расчетно-графические работы, реферат)	16	16		
3.	Промежуточная аттестация в форме контактной работы ( экзамен)	9	9		
	Общая трудоемкость час (академический)* зач. ед.	144	144		
		4	4		

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

Модуль учебной дисциплины – это базовая учебная единица, представляющая собой логически завершенный фрагмент дисциплины, непосредственно формирующий у обучающихся их способность и готовность отвечать тем или иным требованиям, указанным в рабочей программе данной дисциплины) или рабочем учебном плане в виде компетенций, а также знаний, умений и навыков.

### 5.1. Содержание модулей дисциплин структурированных по темам (занятия лекционного типа)

№ п/п	Наименование модуля	Наименование тем	Трудоёмкость (академ. час)	Формируемые компетенции (ОК; ОПК, ПК)
1.	Модуль 1. «Математическое моделирование»	<b>Тема 1. Общие сведения о моделировании систем.</b> <b>Тема 2. Особенности математического моделирования гидрогеологических и гидрологических процессов</b>	1	ОПК-1; ПК-5; ПК-6
2.	Модуль 2 «Стохастические модели»	<b>Тема 1. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики, используемые в моделировании гидрологических процессов.</b> <b>Тема 2. Методика стохастического моделирования водного стока и метеорологических воздействий на речной водосбор.</b>	1	ПК-5; ПК-6
3.	Модуль 3. «Детерминированные модели»	<b>Тема 1. Модели формирования водного стока и водного режима и их примеры</b> <b>Тема 2. Модели формирования химического состава вод</b>	1	ПК-5; ПК-6
4	Модуль 4. «Особенности решения гидрогеологических задач с использованием численных методов»	<b>Тема 1. Теоретические основы численного моделирования геофильтрации.</b> <b>Тема 2. Численное моделирование процесса фильтрации</b>	1	ПК-5; ПК-6
	<b>Итого:</b>		4	

### 5.2. Содержание модулей дисциплин структурированных по видам учебных занятий (практические занятия)

№ п/п	Наименование модуля	Наименование тем Практических работ	Трудоёмкость (академич. час.)	Формируемые компетенции (ОК; ОПК; ПК)
1.	Модуль 1. «Математическое моделирование»	1. Особенности математического моделирования гидрогеологических и гидрологических процессов	2	ОПК-1; ОПК-5; ПК-7

2.	Модуль 2 «Стохастические модели»	1.Методика стохастического моделирования водного стока и метеорологических воздействий на речной водосбор	2	ОПК-1; ОПК-5; ПК-7
3	Модуль 3. «Детерминированные модели»	Тема 1. Модели формирования водного стока и водного режима и их примеры Тема 2. Модели формирования химического состава вод	2	ОПК-1; ОПК-5; ПК-7
4	Модуль 4. «Особенности решения гидрогеологических задач с использованием численных методов»	Тема 1. Теоретические основы численного моделирования геофильтрации. Тема 2. Численное моделирование процесса фильтрации	4	ОК - 5; ОПК-1; ОПК-5; ПК-7
	Итого		10	

### 5.2. 1. Содержание модулей дисциплин структурированных по видам учебных занятий (лабораторные занятия)

№ п/п	Наименование модуля	Наименование тем Лабораторные занятия	Трудоемкость (академич. час.)	Формируемые компетенции ОПК, ПК
1.	Модуль 4. «Особенности решения гидрогеологических задач с использованием численных методов»	1. Моделирование гидрогеологических условий с использованием профессионального программного комплекса GMS (Groundwater Modeling System)	4	ОК - 5; ОПК-5; ПК-7
	Итого		4	

### 5.2.2. Самостоятельная работа

№ п/п	№ модуля (раздела) дисциплины	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (академ. час.)	Формируемые компетенции (ОК, ОПК; ПК)
1.	Модуль 1. «Математическое моделирование»	Моделирование. Функционирование системы. Количественные и качественные закономерности. Математическая модель. Компьютерное (машинное) моделирование. Программный комплекс. Система. Внешняя среда. Состояние системы. Гипотезы. Сложные системы. Эксперимент. Информационные процессы. Адекватность модели. Объект исследования. Математическое обеспечение. Программное обеспечение. Техническое обеспечение. Информационное	36	ОК -5;ОПК -6;ПК-5; ПК-6

		<p>обеспечение. Синтез модели. Системный подход. Физическое (аналоговое) моделирование. Постановка задачи. Структура (строение) системы. Самосохранение. Целостность. Детерминированный процесс. Классический анализ. Статистические и вероятностные методы. Климатические модели. Гидродинамические численные модели. Реанализ. Климатические карты. Метеорологическая информация. Тепловой баланс. Ветер. Температура. Точка росы. Относительная влажность. Влажность воздуха. Испарение. Атмосферные осадки. Метеорологические факторы. Гидрогеология. Гидрология.</p>		
2.	Модуль 2 «Стохастические модели»	<p>Система. Процессы. Факторы. Математическое описание. Случайная величина. Математическое ожидание. Дисперсия. Среднее квадратическое отклонение. Коэффициент вариации. Коэффициент асимметрии. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона. Равномерное распределение. Экспоненциальное распределение. Нормальное и функционально-нормальные распределения. Гамма-распределение и функциональные гамма-распределения. Стохастическое моделирование. Речной водосбор. Метеорологические величины. Корреляционные связи. Атмосферные модели.</p>	28	ОПК - 6; ПК-5; ПК-6
3.	Модуль 3. «Детерминированные модели»	<p>Детерминированные модели и их применение в математическом моделировании водных объектов. Процессы, учитываемые при построении детерминированных моделей Дифференциальные уравнения, описывающие природные процессы. Уравнение баланса влаги и уравнение баланса тепла.</p>	30	ОПК - 1; ОПК - 6; ПК-5; ПК-6

4	Модуль 4. «Особенности решения гидрогеологических задач с использованием численных методов»	Принципы построения математических моделей на ЭВМ для решения гидрогеологических задач. Программное обеспечение, используемое для построения математических задач	20	ОПК - 6; ПК-5; ПК-6, ПК-7.
<b>Итого:</b>			114	

### 5.3. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий				
	Л	Пр	Лаб.	КР	СРС
ОК-5		+	+	+	+
ОПК-1	+	+		+	+
ОПК-5		+	+	+	+
ОПК - 6				+	+
ПК-5	+			+	+
ПК-6	+			+	+
ПК-7		+	+	+	+

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР – контрольная работа / проект, СРС – самостоятельная работа студента

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Математическое моделирование процессов в компонентах природы: Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы, лабораторных и практических занятий / Росс. гос. аграр. заоч. ун-т; сост. к. с. – х. н. доцент И.В. Заикина, ст. преп. А. А. Назаров.- М.: 2012, 56 с.

2. Гордеев, А. С. Моделирование в агроинженерии / Гордеев А.С. - Москва : Лань", 2014. - ISBN 978-5-8114-1572-4. 2014.- 218с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45656](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45656).

3. Кузеванов К.И. Математическое моделирование процессов в компонентах природы: учебное пособие / К.И. Кузеванов, О.Г. Савичев, М.В. Решетько; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 144 с.

4. Черный А.А. Математическое моделирование с применением графических построений в EXCEL: учебное пособие/ А.А. Черный. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2010. - 91 с. <http://ebs.rgazu.ru/?q=node/774>.

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

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

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения	Этапы формирования компетенций
ОК - 5	способность оформлять, представлять, докладывать, обсуждать и распространять	<b>Знать:</b> свойства природных компонентов, для прогноза их изменения при антропогенных воздействиях; процессы массо- и теплопереноса в	Лабораторные и практические занятия, контрольная работа, самостоятельная работа



	результаты профессиональной деятельности	природных средах; процессы поступления и трансформации веществ в компонентах природы. <b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования при исследовании природных процессов; <b>Владеть:</b> методами изучения, анализа и математического описания процессов формирования речного стока, его подземной составляющей, химического состава подземных и поверхностных вод, опасных гидрогеологических и гидрологических явлений.	
ОПК-1	способностью и готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	<b>Знать:</b> количественные и качественные характеристики функционирования систем; структуру (строение) системы. Законы самосохранения и целостности системы. <b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования, работать и руководить коллективом при исследовании природных процессов <b>Владеть:</b> методами построения детерминированных и вероятностных моделей природных процессов, возникающих при природообустройстве и водопользовании; методами изучения, анализа и математического описания процессов формирования речного стока, его подземной составляющей, химического состава подземных и поверхностных вод, опасных гидрогеологических и гидрологических явлений.	Лекционные занятия, практические занятия; самостоятельная работа контрольная работа

ОПК-5	способность профессионально использовать современное научное и техническое оборудование и приборы, а также профессиональные компьютерные программные средства	<p><b>Знать:</b> приемы: и методы математического моделирования при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования в профессиональной деятельности</p> <p><b>Владеть:</b> методами построения моделей природных процессов с использованием современных приборов и компьютерных средств</p>	Лабораторные и практические занятия, контрольная работа, самостоятельная работа
ОПК - 6	способность собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию	<p><b>Знать:</b> основные процессы поступления и трансформации веществ в компонентах природы</p> <p><b>Уметь:</b> собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию;</p> <p><b>Владеть:</b> методами построения математических моделей на основе собранной информации</p>	Самостоятельная работа, контрольная работа
ПК-5	способностью использовать знания водного и земельного законодательства и правил охраны водных и земельных ресурсов для проверки их соблюдения при водопользовании, землепользовании и обустройстве природной среды	<p><b>Знать:</b> основы водного и земельного законодательства, основные понятия и определения моделирования систем.</p> <p><b>Уметь</b> разрабатывать математические модели; выбирать метод исследования математической модели; анализировать результаты математического моделирования.</p> <p><b>Владеть:</b> методами эксперимента с моделью и обработкой полученных результатов.</p>	Лекционные занятия; самостоятельная работа, контрольная работа
ПК-6	способностью формулировать цели и задачи исследований, применять знания о методах исследования при	<p><b>Знать:</b> приемы и методы системного подхода, важнейшие физико-географические, геологические и морфометрические характеристики речного</p>	Лекционные занятия; самостоятельная работа, контрольная работа

	<p>изучении природных процессов, при обследовании, экспертизе и мониторинге состояния природных объектов, объектов природообустройства и водопользования и влияния на окружающую среду антропогенной деятельности</p>	<p>бассейна.  <b>Уметь:</b> применять знания и методы исследований при экспертизе и мониторинге состояния природных объектов,  <b>Владеть:</b> методами системного подхода для решения проблем построения модели сложной системы с учетом всех факторов и взаимосвязей, пропорциональности их значимости на всех этапах исследования системы и построения модели.</p>	
ПК-7	<p>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>	<p><b>Знать:</b> приемы и методы системного анализа при построении моделей в компонентах природы.  <b>Уметь:</b> применять основные инструменты управления настройкой модели и параметры для решения геофильтрационной задачи.  <b>Владеть:</b> методами математического моделирования природных процессов для решения научно - исследовательских задач.</p>	<p>Лабораторные и практические занятия, контрольная работа, самостоятельная работа</p>

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах формирования, описание шкал оценивания

Коды компетенции	Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания	Этапы формирования (указать конкретные виды занятий, работ)	Оценочные средства	Описание шкалы и критериев оценивания		
				неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо
ОК - 5	<b>Знать:</b> свойства природных компонентов, для прогноза их изменения при антропогенных воздействиях; процессы массо- и теплопереноса в природных средах; процессы поступления и трансформации веществ в компонентах природы.	Самостоятельная работа студента	Тестирование, тематические тесты ЭИОС различной сложности	выполнено правильно менее 60% заданий. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	выполнено правильно 60-79 % заданий. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он обладает знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	выполнено правильно 80-89 % заданий. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования при исследовании природных процессов;	Лабораторная и практическая работа	Ответы на лабораторных и практических занятиях, тематические тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать большую часть типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Владеть:</b> методами изучения, анализа и математического описания процессов формирования речного стока, его подземной составляющей, химического состава подземных и поверхностных вод, опасных гидрогеологических и гидрологических явлений	контрольная работа	Ответы при собеседовании по контрольной работе, тематические тесты ЭИОС различной сложности	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, но при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, не допуская существенных неточностей в их решении.

					материала.	
ОПК-1	<b>Знать:</b> количественные и качественные характеристики функционирования систем; структуру (строение) системы. Законы самосохранения и целостности системы	Лекционные занятия	Итоговые тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	выполнено правильно менее 60% заданий. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	выполнено правильно 60-79 % заданий. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он обладает знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	выполнено правильно 80-89 % заданий. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования, работать и руководить коллективом при исследовании природных процессов	Практическая работа Самостоятельная работа	Ответы на практических занятиях, тематические тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать большую часть типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Владеть:</b> методами построения детерминированных и вероятностных моделей природных процессов, возникающих при природообустройстве и водопользовании; методами изучения, анализа и математического описания процессов формирования речного стока, его подземной составляющей, химического состава подземных и поверхностных вод, опасных гидрогеологических и	Контрольная работа Самостоятельная работа	Ответы при собеседовании по контрольной работе, тематические тесты ЭИОС различной сложности	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, но при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, не допуская существенных неточностей в их решении.

	гидрологических явлений.					
ОПК-5	<b>Знать:</b> приемы: и методы математического моделирования при проектировании и реализации проектов природообустройства и водопользования.	Самостоятельная работа студента	Тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	выполнено правильно менее 60% заданий. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	выполнено правильно 60-79 % заданий. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он обладает знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	выполнено правильно 80-89 % заданий. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования в профессиональной деятельности	Лабораторная и практическая работа	Ответы на лабораторных и практических занятиях, тематические тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать большую часть типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Владеть:</b> методами построения моделей природных процессов с использованием современных приборов и компьютерных средств	Контрольная работа	Ответы при собеседовании по контрольной работе, тематические тесты ЭИОС различной сложности	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, но при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, не допуская существенных неточностей в их решении.

ОПК-6	<b>Знать:</b> основные процессы поступления и трансформации веществ в компонентах природы	Самостоятельная работа студента	Тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	выполнено правильно менее 60% заданий. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	выполнено правильно 60-79 % заданий. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он обладает знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	выполнено правильно 80-89 % заданий. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Уметь:</b> собирать, обобщать и анализировать экспериментальную и техническую информацию	Самостоятельная работа студента	Тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать большую часть типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Владеть:</b> методами построения математических моделей на основе собранной информации	Контрольная работа	Ответы при собеседовании по контрольной работе, тематические тесты ЭИОС различной сложности	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, но при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, не допуская существенных неточностей в их решении.
ПК-5	<b>Знать:</b> основы водного и земельного законодательства, основные понятия и определения	Лекционные занятия	Итоговые тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	выполнено правильно менее 60% заданий. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту,	выполнено правильно 60-79 % заданий. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту,	выполнено правильно 80-89 % заданий. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает

	моделирования систем.			если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	если он обладает знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Уметь:</b> разрабатывать математические модели; выбирать метод исследования математической модели; анализировать результаты математического моделирования.	Самостоятельная работа студента	Тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать большую часть типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Владеть</b> методами эксперимента с моделью и обработкой полученных результатов.	Контрольная работа	Ответы при собеседовании по контрольной работе, тематические тесты ЭИОС различной сложности	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, но при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, не допуская существенных неточностей в их решении.
ПК - 6	<b>Знать:</b> приемы и методы системного подхода, важнейшие физико-географические, геологические и морфометрические характеристики речного бассейна.	Лекционные занятия	Итоговые тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	выполнено правильно менее 60% заданий. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	выполнено правильно 60-79 % заданий. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он обладает знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности,	выполнено правильно 80-89 % заданий. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.



					недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
	<b>Уметь:</b> применять знания и методы исследований при экспертизе и мониторинге состояния природных объектов	Самостоятельная работа студента	Тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать большую часть типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Владеть:</b> методами системного подхода для решения проблем построения модели сложной системы с учетом всех факторов и взаимосвязей, пропорциональности их значимости на всех этапах исследования системы и построения модели.	Контрольная работа	Ответы при собеседовании по контрольной работе, тематические тесты ЭИОС различной сложности	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, но при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, не допуская существенных неточностей в их решении.
ПК -7	<b>Знать:</b> приемы и методы системного анализа при построении моделей в компонентах природы.	Самостоятельная работа студента	Тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	выполнено правильно менее 60% заданий. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	выполнено правильно 60-79 % заданий. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он обладает знаниями только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного	выполнено правильно 80-89 % заданий. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

					материала.	
	<b>Уметь:</b> применять основные инструменты управления настройкой модели и параметры для решения геофильтрационной задачи.	Лабораторная и практическая работа	Ответы на лабораторных и практических занятиях, тематические тесты ЭИОС различной сложности, вопросы к экзамену	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать большую часть типичных задач на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать все типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
	<b>Владеть:·</b> методами математического моделирования природных процессов для решения научно - исследовательских задач.	Контрольная работа	Ответы при собеседовании по контрольной работе, тематические тесты ЭИОС различной сложности	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, допускает существенные ошибки.	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, но при этом допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он умеет решать усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях, не допуская существенных неточностей в их решении.

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

**Код компетенции: ОПК – 1; ПК -5, ПК-6**

**Этапы формирования: Лекционные занятия**

**Типовые задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций.**

*Темы лекционных занятий:*

1. Общие сведения о моделировании систем
2. Особенности математического моделирования гидрогеологических и гидрологических процессов
3. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики, используемые в моделировании гидрологических процессов
4. Методика стохастического моделирования водного стока и метеорологических воздействий на речной водосбор
5. Модели формирования водного стока и водного режима и их примеры
6. Модели формирования химического состава вод
7. Теоретические основы численного моделирования геофильтрации
8. Численное моделирование процесса фильтрации

**Тестовые задания по модулям (темам):**

#### **Модуль 1.**

##### **1. Моделирование решает следующие задачи:**

- Изучение и исследование объектов и систем, предсказания их функционирования и поведения.

Исследование и изучение моделей

Проектирование и эксплуатацию систем.

##### **2. Моделирование – это?**

- Методология научной и практической деятельности людей, основанная на построении, исследовании и использовании моделей

Прогнозирование состояний различных процессов в экологии

Оценка количественных и качественных закономерностей процессов

##### **3. Математическое моделирование позволяет?**

- Найти оптимальное решение, исключить метод натурных проб и ошибок, перейти к параллельному процессу проектирования
- Найти формализованное описание системы на некотором абстрактном языке.
- Найти алгебраически поведение элементов системы в процессе ее функционирования, т.е. их взаимодействие друг с другом

#### **Модуль 2.**

##### **1. Основной математический аппарат при построении детерминированных моделей?**

- Теория дифференциальных и интегральных уравнений.

- Теория дифференциальных уравнений, массового обслуживания.
- Теория разностных стохастических уравнений, вероятностных автоматов.

## 2. Стохастическим (случайным) называется такой процесс.

- В котором изменение определяющих величин происходит беспорядочно и часто дискретно.
- В котором определяющие величины изменяются непрерывно по вполне определенным закономерностям.
- В котором определяющие величины изменяются непрерывно по вполне определенным закономерностям, а также дискретно.

## 3. Важное значение при выборе модели имеет гипотеза.

- О линейности исследуемой системы.
- О структурности исследуемой системы.
- О непрерывности исследуемой системы.

### Модуль 3.

#### 1. Климатические модели дают возможность:

- На основе численных экспериментов попытаться воспроизвести современный климат и исследовать чувствительность "модельного" климата.
- Попытаться воспроизвести усредненные характеристики климата.
- Для моделирования гидрологического состояния водных объектов в будущем.

#### 2. В прогнозировании климата самыми важными вводными данными моделей являются.

- Будущие изменения в парниковых газах и других радиационно-активных веществах.
- Процессы в растительном, снежном и почвенном покровах.
- Процессы формирования стока и предсказания его изменения на будущее.

#### 3. Моделирование атмосферных процессов основано:

- На численном интегрировании по времени уравнений динамики и термодинамики атмосферы.
- На методах краткосрочных вероятностных прогнозов.
- На динамико-стохастических моделях.

### Модуль 4.

#### 1. Реанализ –это?

- Связующее звено между наблюдениями и моделированием, результат усвоения наблюдений фиксированной моделью.
- Данные о средней, максимальной, минимальной температуре воздуха и поверхности почвы, температуре почвы на различных глубинах, влажности воздуха, облачности, ветре.
- Ежедневные данные о температуре воздуха и почвы на глубинах до 320 см, количестве осадков, характеристиках снежного покрова и данные маршрутных снегосъемок.

#### 2. Базы данных реанализа используются для:

- Изучения динамики океана и атмосферы и для решения задач, требующих современной, текущей информации.
- Климатических исследований, которые содержат месячные данные о температуре, сумме осадков, атмосферном давлении на уровне станции.
- Глобальных гидродинамических моделей общей циркуляции атмосферы.

### 3. Для целей моделирования гидрологических и гидрогеологических процессов могут применяться следующие *виды метеорологической информации*:

- Реальные данные метеорологических станций с различным временным разрешением, различным периодом осреднения, представленные в виде массива данных или карты, данные моделирования метеорологических величин.
- Реальные данные о теплообмене между снежным покровом и почвой при исследованиях интенсивности снеготаяния.
- Реальные данные принципов проектирования математических моделей формирования стока.

#### *Экзаменационные вопросы:*

1. Блок-схема алгоритма решения нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Основной блок расчета прогоночных коэффициентов (прямой ход решения) и прогнозных напоров (обратный ход решения).
2. В чём заключается стохастическое моделирование гидрологических и гидрогеологических рядов?
3. В чём состоит основное требование, которому должна удовлетворять модель?
4. В чём состоит отличие детерминированных моделей от стохастических?
5. Как выглядит геомиграционная математическая модель?
6. Как выглядит детерминированная модель формирования минерализации речных вод под влиянием выпусков сточных вод?
7. Как выглядит процесс создания модели?
8. Как выглядит система уравнений Сен – Венана?
9. Как выглядит транспортная (моделирование переноса «консервативных» примесей без учета химических взаимодействий, адсорбции и т. д.) математическая модель?
10. Как выглядит формула смешения вод Фролова – Родзиллера?
11. Как выглядят кинетические (моделируются химические взаимодействия с учетом времени) математические модели?
12. Как выглядят термодинамические (моделируются, прежде всего, химические взаимодействия без учета времени) математические модели?
13. Как рассматривают процесс движения подземных вод в пласте?
14. Как учитывается вероятность случайных событий в детерминированных моделях?
15. Какая зависимость используется для учета фильтрационной неоднородности многослойного геологического разреза?
16. Какие модели формирования химического состава сточных вод вы знаете?
17. Блок-схема алгоритма решения нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Блок подготовки вывода результатов моделирования.
18. Каков порядок составления стохастической модели метеорологических воздействий на речной водосбор?
19. Какова роль ЭВМ при проведении математического моделирования?
20. Каковы важнейшие геологические характеристики для построения модели речного бассейна?
21. Каковы важнейшие морфометрических характеристик речного бассейна?
22. Каковы важнейшие физико-географические характеристики для построения модели речного бассейна?
23. Каковы основные принципы моделирования?

24. Каковы особенности формирования, структуры и обработки данных метеорологических величин?
25. На какие виды подразделяются осадки по генетическому признаку?
26. Назовите этапы математического моделирования
27. Описание каких процессов должны включать детерминированные модели гидрологии суши на уровне речных бассейнов или континентов?
28. Опишите I этап построения стохастической модели метеорологических воздействий на речной водосбор;
29. Опишите II этап построения стохастической модели метеорологических воздействий на речной водосбор;
30. Опишите III этап построения стохастической модели метеорологических воздействий на речной водосбор;
31. Опишите IV этап построения стохастической модели метеорологических воздействий на речной водосбор;
32. Опишите методику стохастического моделирования водного стока;
33. Опишите процесс синтеза модели на основе классического и системного подхода.
34. Опишите уравнение неустановившегося движения грунтовых вод в конечных разностях;
35. Опишите, как выглядит уравнение баланса влаги
36. Опишите, как выглядит уравнение баланса тепла
37. Приведите пример детерминированной модели формирования месячного водного стока
38. Приведите пример детерминированной модели формирования твердого стока
39. Приведите пример модели формирования твердого стока
40. Приведите пример стохастической модели уровня воды;
41. Схема организации решения по явной конечно-разностной схеме
42. Что означает понятие «система»?
43. Что означает понятия «внешней среды»?
44. Что относится к числу важнейших физико-географических, геологических и морфометрических характеристик речного бассейна?
45. Что такое биномиальное (дискретное) распределение?
46. Что такое гамма-распределение и функциональные гамма-распределения (непрерывные)?
47. Что такое детерминированные модели?
48. Что такое детерминированный процесс?
49. Что такое закон Парето?
50. Что такое математическая модель?
51. Что такое моделирование?
52. Что такое модель типа «чёрный ящик»?
53. Что такое нормальное и функционально-нормальные распределения (непрерывные)?
54. Что такое равномерное распределение?
55. Что такое распределение Пуассона?
56. Что такое случайные процессы?
57. Что такое стохастические модели?
58. Что такое стохастический процесс?
59. Что такое экспоненциальное (непрерывное) распределение?
60. Что является основными факторами для построения региональных зависимостей?

**Коды компетенций: ОК -5; ОПК-5; ПК-7**

**Этапы формирования: Лабораторные занятия.**

**Типовые задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций.**

Выполнение методических рекомендаций и практических заданий по дисциплине.

*Темы для выполнения лабораторных заданий:*

1. Моделирование гидрогеологических условий с использованием профессионального программного комплекса GMS (Groundwater Modeling System)

**Коды компетенций: ОК -5; ОПК-1; ОПК-5; ПК-7**

**Этапы формирования: Практические занятия.**

**Типовые задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций.**

*Темы для выполнения практических заданий:*

1. Особенности математического моделирования гидрогеологических и гидрологических процессов
2. Методика стохастического моделирования водного стока и метеорологических воздействий на речной водосбор
3. Модели формирования водного стока и водного режима и их примеры
4. Модели формирования химического состава вод
5. Теоретические основы численного моделирования геофильтрации.
6. Численное моделирование процесса фильтрации

Для оценки качества выполнения практических и лабораторных занятий студент обязан выполнить задания методических указаний. Математическое моделирование процессов в компонентах природы: Методические указания по изучению дисциплины и задания для контрольной работы, лабораторных и практических занятий / Росс. гос. аграр. заоч. ун-т; сост. к. с. – х. н. доцент И.В. Заикина, ст. преп. А. А. Назаров.- М.: 2012, 56 с. (в части, не противоречащей ФГОС ВО по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование, утвержденного приказом Министерства образования и науки России от 30.03.2015г., № 296).

**Коды компетенций: ОК -5; ОПК-1; ОПК-5;ОПК -6; ПК -5; ПК -6; ПК-7**

**Этапы формирования: Контрольная работа студента**

**Типовые задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций.**

Выполнение и собеседование по контрольной работе

Перечень вопросов для контрольной работы

1. Дайте определение понятиям «модель», «моделирование», «внешняя среда», «система» и опишите их;
2. Основные принципы моделирования и требования к моделям;
3. Адекватность модели имитируемому объекту как основное требование при моделировании;
4. Основные этапы построения математической модели и целесообразность её построения;
5. Детерминированные и стохастические процессы. Их виды и различия;
6. Применение ЭВМ в моделировании;
7. Программное обеспечение, используемое для математического моделирования и его соответствие решаемой задаче;
8. Закон Парето и его применение в математическом моделировании;
9. Математическое моделирование речного бассейна;
10. Стохастические модели. Определение и четыре этапа построения;
11. Область применения стохастических моделей;
12. Учёт возможности случайных событий в стохастических моделях;
13. Виды распределения в стохастическом моделировании;
14. Случайные процессы и случайное распределение;
15. Данные, используемые для построения стохастических моделей;
16. Использование математического моделирования в описании гидрологических процессов;

17. Использование математического моделирования в описании гидрогеологических и метеорологических процессов;
18. Использование математического моделирования в описании метеорологических процессов;
19. Детерминированные модели. Их назначение, описание, отличие от стохастических моделей;
20. Какие процессы моделируются с помощью детерминированных моделей;
21. Уравнение баланса тепла и его место в моделировании;
22. Уравнение баланса влаги и его место в моделировании;
23. Модель формирования твёрдого стока;
- 24. Модели формирования химического состава вод;**
- 25. Влияние смешивания сточных вод на химический состав воды (формула Фролова - Родзиллера);**
- 26. Процесс геофильтрации и построение его адекватной модели;**
27. Математическое моделирование процесса геофильтрации;
28. Основные трудности построения модели геофильтрации;
29. Математическая модель процесса движения подземных вод в пласте;
30. Алгоритм решения нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Ввод исходных данных и блок расчета вспомогательных (не изменяющихся на временных шагах) величин;
31. Алгоритм решения нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Основной блок расчета прогоночных коэффициентов (прямой ход решения) и прогнозных напоров (обратный ход решения);
32. Алгоритм решения нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Блок подготовки вывода результатов моделирования;
33. Транспортная (моделирование переноса «консервативных» примесей без учета химических взаимодействий, адсорбции и т. д.) математическая модель;
34. Геомиграционная математическая модель;
35. Термодинамические (моделируются, прежде всего, химические взаимодействия без учета времени) математические модели;
36. Кинетические (моделируются химические взаимодействия с учетом времени) математические модели;
37. Детерминированная модель формирования минерализации речных вод под влиянием выпусков сточных вод;
38. Решение нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Ввод исходных данных и блок расчета вспомогательных (не изменяющихся на временных шагах) величин;
39. Решение нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Основной блок расчета прогоночных коэффициентов (прямой ход решения) и прогнозных напоров (обратный ход решения);
40. Решение нестационарной геофильтрационной задачи по ленте тока методом прогонки. Блок подготовки вывода результатов моделирования.

**Коды компетенций: ОК -5; ОПК-1; ОПК-5;ОПК -6; ПК -5; ПК -6; ПК-7**Этапы формирования: Самостоятельная работа студента

**Типовые задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций.**

Подготовка и написание рефератов по темам лекций. Подготовка статей к участию в научно-практической студенческой конференции. Прореферированные материалы изученных литературных и иных источников. Написание реферата. Владение нормативно-правовой базой.



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

Система оценивания результатов обучения студентов подразумевает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с утвержденным в установленном порядке учебным планом по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

Для текущего контроля знаний и промежуточной аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующих основных профессиональных образовательных программ создаются фонды оценочных средств, позволяющие оценить знания, умения и освоенные компетенции.

Текущий контроль знаний и умений студентов предусматривает систематическую проверку качества полученных студентами знаний, умений и навыков по изучаемой дисциплине.

Формы текущего контроля знаний в межсессионный период:

- модульно-рейтинговая система с использованием тестовых инструментов информационной образовательной среды (ЭИОС);
- письменный опрос.

Контрольные задания по дисциплине (реферат, контрольная работа, статьи и др.) выполняются студентами в межсессионный период с целью оценки результатов их самостоятельной учебной деятельности.

Формы текущего контроля знаний на учебных занятиях,

- устный, письменный опрос (индивидуальный, фронтальный)
- устный ответ на практическом и лабораторном занятии,
- отчет по практической и лабораторной работе
- реферат, контрольная работа

В рамках балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов, действующей в университете, по результатам текущего контроля знаний студент должен набрать не менее 35 баллов и не более 60 баллов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины, прохождения практики, а также для оценивания эффективности организации учебного процесса.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен.

Экзамен проводится в форме тестирования, в том числе и компьютерного, устного и письменного опроса, по тестам или билетам, в соответствии с программой учебной дисциплины.

Рекомендуемые формы проведения экзамена:

- устный экзамен по билетам;
- письменный экзамен по вопросам, тестам;
- компьютерное тестирование.

В рамках балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов результаты экзамена оцениваются в 20-40 баллов.

Максимальный рейтинговый показатель по дисциплине, который может быть достигнут студентом, равен 100 баллам, который состоит из рейтингового показателя, полученного по итогам текущего контроля знаний (максимум - 60 баллов) и рейтингового показателя, полученного на экзамене (максимум - 40 баллов).

Вид контроля	Виды занятий	Перечень компетенций	Оценочные средства	Объ
				ем бал лов мин.

Текущий контроль от 35 до 60 баллов	Лекционные занятия	ОПК -1, ПК-5, ПК-6	Опрос на лекции, тестовые задания, вопросы к экзамену	35
	Практические и лабораторные занятия	ОК-5, ОПК-1; ОПК-5 ПК - 7	Выполнение практических и лабораторных заданий, ответы на практических и лабораторных занятиях, подготовка докладов и рефератов по изучаемой проблеме, тематические тесты ЭИОС различной сложности	
	Контрольная работа	ОК-5, ОПК -1, ОПК - 5; ОПК - 6; ПК-5, ПК-6, ПК-7	Выполнение контрольной работы, собеседование по контрольной работе	
	Самостоятельная работа	ОК-5, ОПК -1, ОПК - 5; ОПК - 6; ПК-5, ПК-6, ПК-7	Лекционные материалы, выполнение практических и лабораторных заданий, выполнение контрольной работы	
Промежуточная аттестация От 20 до 40 баллов	Экзамен	ОК-5, ОПК -1, ОПК - 5; ОПК - 6; ПК-5, ПК-6, ПК-7	Вопросы к экзамену	20
			Итого:	55

### Шкала перевода итоговой оценки успеваемости

Кол-во баллов за текущую работу		Кол-во баллов за итоговый контроль (экзамен, зачет)		Итоговая сумма баллов
Кол-во баллов	Оценка	Кол-во баллов	Оценка	Кол-во баллов
55-60	отлично	35-40	отлично	90-100
45-54	хорошо	25-34	хорошо	70-89
35-44	удовл.	20-24	удовл.	55-69
25-34	неудовл.	10-19	неудовл.	54

### Основные критерии при формировании оценок успеваемости

1. Оценка «отлично» ставится обучающемуся, овладевшему элементами компетенции «знать», «уметь» и «владеть», проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

2. Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, овладевшему элементами компетенции «знать» и «уметь», проявившему полное знание программного материала, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и

способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.

3. Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, овладевшему элементами компетенции «знать», т.е. проявившему знания основного программного материала в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответах (работах), но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.

4. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки.

5. Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

6. Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **8.1. Основная учебная литература**

Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии : учебник / А.С. Гордеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1572-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45656> (дата обращения: 26.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.М. Гумеров.- Санкт-Петербург: Лань, 2014. Текст: электронный// Электронно-библиотечная система «Agrilib»:сайт.-Балашиха, 2014.-URL:<http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node|1868> дата обращения: 23.07.2019).- Режим доступа: для зарегистрир.пользователей.

Информационные технологии в менеджменте: профессиональный блок : учебное пособие / составители А.В. Мухачёва [и др.]. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 218 с. — ISBN 978-5-8353-2343-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122004> (дата обращения: 26.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **8.2. Дополнительная учебная литература**

Черный А.А. Математическое моделирование с применением графических по-строений в EXCEL: учебное пособие/ А.А. Черный. – Пенза: Пензенский го- сударственный университет, 2010. - 91 с. - Текст: электронный// Электронно-библиотечная система «Agrilib»:сайт.-Балашиха, 2010.-URL:<http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node|774> (дата обращения: 23.07.2019).- Режим доступа: для зарегистрир.пользователей.

## **9. Перечень ресурсов информационно – телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

№ п/п	Наименование интернет ресурса, его краткая аннотация, характеристика	Адрес в сети интернет
1.	Электронно-библиотечная система "AgriLib".	<a href="http://ebs.rgazu.ru">http://ebs.rgazu.ru</a>
2.	Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации	<a href="http://www.mnr.gov.ru">www.mnr.gov.ru</a>

3.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии)	<a href="http://www.cnsheb.ru">http://www.cnsheb.ru</a>
----	--	---

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 10.1. Методические указания для обучающихся

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Лекционный курс нацелен на формирование системы знаний у студентов базовой системы знаний в области математического моделирования. Необходимо конспектирование предлагаемого лекционного материала.</p> <p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично; последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>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 и лабораторном занятии.</p> <p>Уделить внимание следующим понятиям: моделирование, функционирование системы, математическая модель, компьютерное (машинное) моделирование, программный комплекс, адекватность модели, объект исследования, статистические и вероятностные методы. климатические модели, метеорологические факторы.</p>
Практические и лабораторные занятия	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Каждая тема практических и лабораторных занятий. раскрывает порядок моделирования гидрогеологических условий с применением программного комплекса GMS (Groundwater Modeling System), который предоставляет достаточно мощный, гибкий и относительно простой набор инструментальных средств для решения широкого круга прикладных гидрогеологических задач прогнозного характера в сложных гидрогеологических условиях.</p> <p>Важным условием успеха в решении подобных задач является работа в команде, обсуждение, уточнение материала. Это активизирует мысль и речь, повышает критичность мышления, обеспечивает нахождение оптимального решения.</p> <p>При выполнении практических и лабораторных работ возможно использование различных источников информации, в том числе основанных на современных коммуникациях: телевидение, компьютерные словари, энциклопедии или базы данных, доступные через системы коммуникации.</p>
Реферат	<p>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. Целесообразно по каждому</p>

	вопросу привести в порядок записи, конспекты лекций, лабораторных и практических занятий, прореферированные материалы изученных литературных и иных источников. Полезно выписать в сжатом виде наиболее важный материал.
--	--

## 10.2. Методические рекомендации преподавателю

Примерная программа откорректирована с учетом конкретного направления подготовки магистров. В программе дисциплины предусмотрена работа, выполняемая студентами под непосредственным руководством преподавателя в аудитории или в лаборатории (аудиторная самостоятельная работа) и внеаудиторная самостоятельная работа при выполнении (контрольной работы, домашних заданий, рефератов, проработки учебного материала с использованием учебника, учебных пособий, дополнительной учебно-методической литературы).

Формы организации самостоятельной, работы студентов:

1. Самостоятельная работа студентов с обучающими программами в компьютерных классах. Обучающие программы ориентированы на проработку наиболее сложных разделов курса: новых разделов, не нашедших своевременного освещения в учебной литературе, на изучение методики постановки и решения задач по управлению качеством с определением числовых значений параметров.

2. Самостоятельная работа, ориентирована на подготовку к проведению практических занятий, семинаров, под руководством преподавателя.

3. Подготовка рефератов и докладов по отдельным вопросам, не нашедших надлежащего освещения на аудиторных занятиях. Темы рефератов выбираются студентом самостоятельно или рекомендуются преподавателем. Студентам даются указания о привлекаемой научной и учебной литературе по данной тематике.

4. Проведение самостоятельной работы в аудитории или лаборатории под непосредственным руководством преподавателя в форме разработки алгоритмов решения задач, сдачи тестов по теме, рубежного контроля и т.д.

5. Проведение бесед типа "круглого стола" с ограниченной группой студентов 4-5 чел. для углубленной проработки, анализа и оценки разных вариантов решения конкретных задач проектирования и принятия решений в условиях многовариантных задач.

6. Проведение научных исследований под руководством преподавателя, завершается научным отчетом, докладом, рукописью статьи для публикации

7. Выполнение контрольной работы в объеме, предусмотренном настоящей рабочей программой. Конкретные задания разработаны и представлены в методических указаниях по изучению дисциплины для студентов-заочников.

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

№	Название программного обеспечения	№ лицензии	Количество, назначение
<b>Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)</b>			
	Adobe Connect v.8 (для организации вебинаров при проведении учебного процесса с использованием элементов дистанционных образовательных технологий)	8643646	Авторизованный доступ обучающихся и сотрудников РГАЗУ. Используется при проведении лекционных и других занятий в режиме вебинара
	Электронно – библиотечная система AgriLib	Зарегистрирована как средство массовой информации "Образовательный интернет-портал Российского государственного аграрного заочного университета". <a href="#">Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77 - 51402 от 19 октября 2012 г.</a> <a href="#">Свидетельство о регистрации базы данных № 2014620472 от 21 марта 2014 г.</a>	Обучающиеся, сотрудники РГАЗУ и партнеров База учебно – методических ресурсов РГАЗУ и вузов - партнеров

Система дистанционного обучения Moodle, доступна в сети интернет по адресу <a href="http://www.edu.rgazu.ru">www.edu.rgazu.ru</a> .	ПО свободно распространяемое, Свидетельство о регистрации базы данных №2014620796 от 30 мая 2015 года «Система дистанционного обучения ФГБОУ	Авторизованный доступ обучающихся и сотрудников РГАЗУ База учебно – методических ресурсов (ЭУМК ) по дисциплинам.
Система электронного документооборота «GS-Ведомости»	Договор №Гс19-623 от 30 июня 2016	Обучающиеся и сотрудники РГАЗУ 122 лицензии Вэб интерфейс без ограничений
Видеоканал РГАЗУ <a href="http://www.youtube.com/rgazu">http://www.youtube.com/rgazu</a>	Открытый ресурс	Без ограничений

#### Базовое программное обеспечение

1.	Неисключительные права на использование ПО Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription (3 year) (для учащихся, преподавателей и лабораторий) СОСТАВ: Операционные системы: Windows; Средства для разработки и проектирования: Visual Studio Community (для учащихся и преподавателей) Visual Studio Professional (для лабораторий) Visual Studio Enterprise (для учащихся, преподавателей и лабораторий) Windows Embedded Приложения (Visio, Project,	Your Imagine Academy membership ID and program key: Institution name: FSBEI HE RGAZU Membership ID: 5300003313 Program key: 04e7c2a1-47fb-4d38-8ce8-3c0b8c94c1cb	без ограничений На 3 года по 2020 С26.06.17 по 26.06.20
2.	Dr. WEB Desktop Security Suite	Сублицензионный договор №1872 от 31.10.2018 г. Лицензия: Dr. Web Enterprise Security Suite: 300 ПК (АВ+ЦУ), 8 ФС (АВ+ЦУ) 12 месяцев продление (образ./мед.) [LBW-AC-12M-	300
3.	7-Zip	свободно распространяемая	Без ограничений
4.	Mozilla Firefox	свободно распространяемая	Без ограничений
5.	Adobe Acrobat Reader	свободно распространяемая	Без ограничений
6.	Opera	свободно распространяемая	Без ограничений
7.	Google Chrome	свободно распространяемая	Без ограничений
8.	Учебная версия Tflex	свободно распространяемая	Без ограничений
9.	Thunderbird	свободно распространяемая	Без ограничений

#### Специализированное ПО

11.	Консультант Плюс	Интернет версия
12	Groundwater Modeling System	Интернет версия

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**12.1. Перечень специальных помещений, представляющие собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского, практического типа, лабораторных работ, контрольной работы, групповых и индивидуальных консультаций,**

текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории для занятий лекционного типа

Номер аудитории	Название оборудования	Марка	Количество, шт.
Ауд. 201 Инженерный корпус (	Проектор	BENQ MP61SP	1
	Экран на стойке рулонный	CONSUL DRAPER	1
Ауд. 11 Общежитие №6			
	Экран настенный рулонный	SimSCREEN	1

Учебные аудитории для занятий практического, лабораторного типа

Номер аудитории	Название оборудования	Марка	Количество, шт.
№ 201 (инженерный корпус)	Проектор	BENQ MP61SP	1
	Экран настольке рулонный	CONSUL DRAPER	1
№ 11 (общежитие №6)			
	Экран настенный рулонный	SimSCREEN	1

Учебные аудитории для самостоятельной работы, выполнения контрольной работы

Номер аудитории	Название оборудования	Марка	Количество, шт.
№ 320 (инженерный корпус)	Персональный компьютер	ASUSP5KPL-CM/2048 RAM/DDR2/Intel Core 2Duo E7500, 2,9 MHz/AtiRadeon HD 4350 512 Mb/HDD 250/Win7-32/MSOffice 2010/Acer V203H	11
Читальный зал библиотеки (учебно – административный корпус)	Персональный компьютер	ПК на базе процессора AMD Ryzen 7 2700X, Кол-во ядер: 8; Дисплей 24", разрешение 1920 x 1080; Оперативная память: 32Гб DDR4; Жесткий диск: 2 Тб; Видео: GeForce GTX 1050, тип видеопамяти GDDR5, объем видеопамяти 2Гб; Звуковая карта: 7.1; Привод: DVD-RW интерфейс SATA; Акустическая система 2.0, мощность не менее 2 Вт; ОС: Windows 10 64 бит, MS Office 2016 - пакет офисных приложений компании Microsoft;	10

		мышка+клавиатура	
--	--	------------------	--

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Номер аудитории	Название оборудования	Марка	Количество, шт.
№ 201 (инженерный корпус)	Проектор	BENQ MP61SP	1
	Экран настольке рулонный	CONSUL DRAPER	1
№11 (общежитие №6)	Экран настенный рулонный	SimSCREEN	1

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Номер аудитории	Название оборудования	Марка	Количество, шт.
№ 201 (инженерный корпус)	Проектор	BENQ MP61SP	1
	Экран настольке рулонный	CONSUL DRAPER	1