

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кудрявцев М.Г.  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 2024.01.26  
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)

**Кафедра Природообустройства и водопользования**

Принято Ученым советом  
Университета Вернадского  
«26» января 2024 г. протокол №7



**Рабочая программа дисциплины**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В  
КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДЫ**

Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование  
Профиль Инженерные системы водоподготовки и водоснабжения  
Квалификация магистр  
Форма обучения заочная

Балашиха 2024г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 20.04.02  
Природообустройство и водопользование

Рабочая программа дисциплины разработана *доцентом* кафедры «Природообустройства и  
водопользования» к.с.-х.н., И.В. Заикина

Рецензент: д.б.н., профессор кафедры Природообустройство и водопользование»  
Тетдоев В.В..

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП СПО компетенциями

### 1.1. Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций Планируемые результаты обучения
<b>профессиональная компетенция</b>	
УК -2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<b>Знать (З):</b> приемы и методы мониторинга состояния объектов водопользования, способы оценки антропогенного воздействия объектов водопользования на водные объекты, нормативные требования водопользования.
	<b>Уметь (У):</b> давать оценку состояния инженерных сетей и объектов водопользования, разрабатывать программу мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности и руководить ее выполнением
	<b>Владеть (В):</b> методами выбора наиболее эффективного варианта систем, объектов и сооружений для водопользования.

## 2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Рабочая программа дисциплины относится к базовой, обязательной части основной образовательной программы высшего образования Б1.О.02

**Цель дисциплины:** заключается в формировании у студентов базовой системы знаний в области математического моделирования и ее применении к задачам природообустройства и водопользования.

**Задачи дисциплины:**

- глубокое понимание особенностей геологической природы геомиграции;
- получить знания о теории геомиграции, условиях протекания геохимических процессов и принципам их численного физико-химического моделирования в компонентах природы;
- получить навыки расчетов и физико-химического описания природно-техногенных геохимических систем, в обработке и интерпретации геохимических данных в гидрогеологии, гидрологии и гидрогеоэкологии с помощью численного моделирования.

### 3.1 Заочная форма обучения

Вид учебной работы	1 курс
Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц	4
<b>часов</b>	144
<b>Аудиторная (контактная) работа, часов</b>	<b>12</b>
в т.ч. занятия лекционного типа	6
занятия семинарского типа	6
<b>Самостоятельная работа обучающихся, часов</b>	<b>122,7</b>
<b>Контроль</b>	0,3
Промежуточная аттестация	<b>экзамен</b>

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

#### 4.1 Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости аудиторной (контактной) и самостоятельной работы, видов контролей и перечня компетенций Заочная форма обучения

Наименование разделов и тем	Трудоемкость, часов			Наименование оценочного средства	Код компетенции
	всего	в том числе			
		аудиторной (контактной) работы	самостоятельной работы		
<b>Раздел 1. Математическое моделирование</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	Реферат	УК -2
1.1. Общие сведения о моделировании систем.	18	1	17		
1.2. Особенности математического моделирования гидрогеологических и гидрологических процессов	18	1	17		
<b>Раздел 2. Стохастические модели</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	Устный ответ на вопрос	УК -2
2.1 Основные понятия теории вероятностей и математической статистики, используемые в моделировании гидрологических процессов.	18	1	17		
2.2. Методика стохастического моделирования водного стока и метеорологических воздействий на речной водосбор	18	1	17		
<b>Раздел 3 Детерминированные модели</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	Устный ответ на вопрос	УК -2
3.1. Модели формирования водного стока и водного режима и их примеры	18	1	17		
3.2. Модели формирования химического состава вод	18	1	17		
<b>Раздел 4. Особенности</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	Практическое	УК -2

<b>решения гидрогеологических задач с использованием численных методов</b>				задание.	
4.1. Теоретические основы численного моделирования геофильтрации.	18	3	15		
4.2. Численное моделирование процесса фильтрации	18	3	15		
Итого за семестр	144	12	122,7	Тест	УК -2
Промежуточная аттестация	9,3	0,3	9		
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>18,3</b>	<b>122,7</b>		

## **4.2 Содержание дисциплины по разделам**

### **Раздел 1. Математическое моделирование**

**Цель дисциплины:** заключается в формировании у студентов базовой системы знаний в области математического моделирования и ее применении к задачам природообустройства и водопользования.

**Задачи дисциплины:**

- глубокое понимание особенностей геологической природы геомиграции;
- получить знания о теории геомиграции, условиях протекания геохимических процессов и принципам их численного физико-химического моделирования в компонентах природы;
- получить навыки расчетов и физико-химического описания природно-техногенных геохимических систем, в обработке и интерпретации геохимических данных в гидрогеологии, гидрологии и гидрогеоэкологии с помощью численного моделирования.

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

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 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.

### **Раздел 2. Стохастические модели**

**Цель дисциплины:** заключается в формировании у студентов базовой системы знаний в области математического моделирования и ее применении к задачам природообустройства и водопользования.

**Задачи дисциплины:**

- глубокое понимание особенностей геологической природы геомиграции;
- получить знания о теории геомиграции, условиях протекания геохимических процессов и принципам их численного физико-химического моделирования в компонентах природы;
- получить навыки расчетов и физико-химического описания природно-техногенных геохимических систем, в обработке и интерпретации геохимических данных в гидрогеологии, гидрологии и гидрогеоэкологии с помощью численного моделирования.

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

Т 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.

### **Раздел 3. Детерминированные модели**

**Цель дисциплины:** заключается в формировании у студентов базовой системы знаний в области математического моделирования и ее применении к задачам природообустройства и водопользования.

**Задачи дисциплины:**

- глубокое понимание особенностей геологической природы геомиграции;
- получить знания о теории геомиграции, условиях протекания геохимических процессов и принципам их численного физико-химического моделирования в компонентах природы;
- получить навыки расчетов и физико-химического описания природно-техногенных геохимических систем, в обработке и интерпретации геохимических данных в гидрогеологии, гидрологии и гидрогеоэкологии с помощью численного моделирования.

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

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.

### **Раздел 4. Особенности решения гидрогеологических задач с использованием численных методов**

**Цель дисциплины:** заключается в формировании у студентов базовой системы знаний в области математического моделирования и ее применении к задачам природообустройства и водопользования.

**Задачи дисциплины:**

- глубокое понимание особенностей геологической природы геомиграции;
- получить знания о теории геомиграции, условиях протекания геохимических процессов и принципам их численного физико-химического моделирования в компонентах природы;
- получить навыки расчетов и физико-химического описания природно-техногенных геохимических систем, в обработке и интерпретации геохимических данных в гидрогеологии, гидрологии и гидрогеоэкологии с помощью численного моделирования.

#### **Перечень учебных элементов раздела:**

Принципы построения математических моделей на ЭВМ для решения гидрогеологических задач.

Программное обеспечение, используемое для построения математических задач

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств..Приложение к рабочей программе

## **6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине**

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц, режим доступа
1.	Методические указания по изучению дисциплины

### **6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины \***

Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС):

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
<b>Основная:</b>		
1	Экологический мониторинг водных объектов: Учебное пособие/Тихонова И. О., Кручинина Н. Е., Десятов А. В. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с.	<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=520876">http://znanium.com/bookread2.php?book=520876</a>
2.	Гидравлика, гидрология, гидрометрия водотоков: Учебное пособие / В.Т. Парахневич. - М. НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2015. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=483223">http://znanium.com/bookread2.php?book=483223</a>	<a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=483223">http://znanium.com/bookread2.php?book=483223</a>
<b>Дополнительная</b>		
1	Якунина, И.В. Я496 Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг : учебное пособие / И.В. Якунина, Н.С. Попов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.	<a href="https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2009/Popov-Yakunina-1.pdf">https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2009/Popov-Yakunina-1.pdf</a>
2	Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 020804 "Геоэкология" / А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, О. В. Крымская ; БелГУ. - Белгород : БелГУ, 2006. - 252 с.	<a href="http://dspace.bsu.edu.ru/handle/123456789/30">http://dspace.bsu.edu.ru/handle/123456789/30</a>

### ***6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов \****

№ п/п	Электронный образовательный ресурс	Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ)
1	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]	<a href="http://nlr.ru/lawcenter_rnb">http://nlr.ru/lawcenter_rnb</a>
2	Рос Кодекс. Кодексы и Законы РФ [Электронный ресурс]	<a href="http://www.roskodeks.ru/">http://www.roskodeks.ru/</a>
3	Всероссийская гражданская сеть	<a href="http://www.vestnikcivitas.ru/">http://www.vestnikcivitas.ru/</a>

### ***6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение***

**Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, цифровые электронные библиотеки и другие электронные образовательные ресурсы**

1. Договор о подключении к Национальной электронной библиотеке и предоставлении доступа к объектам Национальной электронной библиотеки №101/НЭБ/0502-п от 26.02.2020 5 лет с пролонгацией
2. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 27.04.2016 бессрочно
3. Соглашение о бесплатном тестовом доступе к Polpred.com. Обзор СМИ 02.03.2020 бессрочно
4. Информационно-справочная система «Гарант» – URL: <https://www.garant.ru/>  
Информационно-справочная система Лицензионный договор № 261709/ОП-2 от 25.06.2021
5. «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/> свободный доступ
6. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014).

## Доступ к электронной информационно-образовательной среде, информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Система дистанционного обучения Moodle [www.portfolio.rgazu.ru](http://www.portfolio.rgazu.ru) (свободно распространяемое)
2. Право использования программ для ЭВМ Mirapolis HCM в составе функциональных блоков и модулей: Виртуальная комната. Стандартная лицензия до 1000 пользователей на 1 месяц (Лицензионный договор № 77/03/22 – К от 25 апреля 2022)
3. Инновационная система тестирования – программное обеспечение на платформе 1С (Договор № К/06/03 от 13.06.2017)
4. Образовательный интернет – портал Российского государственного аграрного заочного университета (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-51402 от 19.10.2012).

### Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. OpenOffice – свободный пакет офисных приложений (свободно распространяемое)
2. linuxmint.com <https://linuxmint.com/> (свободно распространяемое)
3. Электронно-библиотечная система AgriLib <http://ebs.rgazu.ru/> (свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620472 от 21.03.2014)
4. Официальная страница ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет» <https://vk.com/rgazuru> (свободно распространяемое)
5. Портал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (свободно распространяемое) <https://zen.yandex.ru/id/5fd0b44cc8ed19418871dc31>
6. Антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite (Сублицензионный договор №13740 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ от 01.07.2021).

### 6.5 Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения\*\*

Предназначение помещения (аудитории)	Наименование корпуса, № помещения (аудитории)	Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения*
Для занятий лекционного типа	Учебный корпус Каб. 201 Учебная аудитория для проведения учебных занятий (поточная)	Специализированная мебель, экран настенный, проектор
Для занятий семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповых консультаций, индивидуальной работы, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебный корпус Каб. 201 Учебная аудитория для проведения учебных занятий	Специализированная мебель, экран настенный, проектор

Для самостоятельной работы	Учебно-административный корпус. Помещение для самостоятельной работы. Читальный зал библиотеки:	Персональные компьютеры. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
	Учебно-административный корпус. Каб. 105. Учебная аудитория для учебных занятий обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ.	<p>Специализированная мебель.</p> <p>Автоматизированное рабочее место для инвалидов-колясочников с коррекционной техникой и индукционной системой ЭлСис 290;</p> <p>Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей со стационарным видеоувеличителем ЭлСис 29 ON;</p> <p>Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с портативным видеоувеличителем ЭлСис 207 CF;</p> <p>Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с читающей машиной ЭлСис 207 CN; Аппаратный комплекс с функцией видеоувеличения и чтения для слабовидящих и незрячих пользователей ЭлСис 207 OS.</p>

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

**Кафедра Природообустройства и водопользования**

**Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной  
аттестации обучающихся по дисциплине**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В  
КОМПОНЕНТАХ ПРИРОДЫ**

Направление подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Профиль Инженерные системы водоподготовки и водоснабжения

Квалификация магистр

Форма обучения заочная

Балашиха 2024 г.

**1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине**

Компетенций	Уровень освоения*	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
УК -2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<b>Пороговый (удовлетворительно)</b>	<p><b>Знать:</b> приемы и методы мониторинга состояния объектов водопользования, способы оценки антропогенного воздействия объектов водопользования на водные объекты, нормативные требования водопользования.</p> <p><b>Уметь:</b> давать оценку состояния инженерных сетей и объектов водопользования, разрабатывать программу мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности и руководить ее выполнением</p> <p><b>Владеть:</b> методами выбора наиболее эффективного варианта систем, объектов и сооружений для водопользования.</p>	Реферат, устный ответ на вопрос практическое задание, итоговое тестирование
	<b>Продвинутый (хорошо)</b>	<p><b>Знает твердо:</b> приемы и методы мониторинга состояния объектов водопользования, способы оценки антропогенного воздействия объектов водопользования на водные объекты, нормативные требования водопользования.</p> <p><b>Умеет</b> давать оценку состояния инженерных сетей и объектов водопользования, разрабатывать программу мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности и руководить ее выполнением</p> <p><b>Владет уверенно:</b> методами выбора наиболее эффективного варианта систем, объектов и сооружений для водопользования.</p>	Реферат, устный ответ на вопрос практическое задание, итоговое тестирование
	<b>Высокий (отлично)</b>	<p><b>Имеет сформировавшееся систематические знания:</b> приемы и методы мониторинга состояния объектов водопользования, способы оценки антропогенного воздействия объектов водопользования на водные объекты, нормативные требования водопользования.</p> <p><b>Имеет сформировавшееся систематическое умение:</b> давать оценку состояния инженерных сетей и объектов водопользования, разрабатывать программу мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности и руководить ее выполнением</p>	Реферат, устный ответ на вопрос практическое задание, итоговое тестирование

		<b>Показал сформировавшееся систематическое владение:</b> методами выбора наиболее эффективного варианта систем, объектов и сооружений для водопользования.	
--	--	---	--

## **Раздел 1. Математическое моделирование**

### **Доклад, сообщение**

Студенту предлагаются темы докладов и сообщений, тесты и темы рефератов. Номер варианта контрольной работы определяется преподавателем. Тематика контрольных работ сформирована по принципу сочетания тем дисциплины. Написанию контрольной работы должно предшествовать изучение лекционного материала, решение заданий на практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Для успешного выполнения контрольной работы необходимо ознакомиться с литературой, список которой дан в разделе 6 рабочей программы «Перечень основной и дополнительной литературы».

### **Темы докладов, рефератов**

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;

### **Раздел 2 Стохастические модели**

### **Раздел 3. Детерминированные модели**

Примерный перечень вопросов для устного ответа

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?

#### **Раздел 4. Особенности решения гидрогеологических задач с использованием численных методов**

##### **Практические занятия**

###### ***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

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **КОМПЛЕКТ ТЕСТОВ для промежуточной аттестации (экзамен) по дисциплине "Гидрология, метеорология и климатология"**

Экзамен проводится в виде итогового теста. Для выполнения теста отводится 40 минут.

#### **Примерные задания итогового теста**

##### **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 алгебраическое поведение элементов системы в процессе ее функционирования, т.е. их взаимодействие друг с другом

##### **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.

#### 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.
- Не методах краткосрочных вероятностных прогнозов.
- На динамико-стохастических моделях.

#### 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.