

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра гидрофизики и гидропрогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

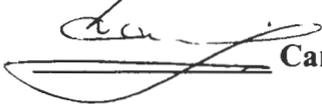
**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**«Прикладная гидрология»**

Квалификация:  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная гидрология»

  
Сакович В.М.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 июля 2019 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
23 июля 2019 г., протокол № 5  
Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Авторы-разработчики:  
 Гайдукова Е.В.  
 Викторова Н.В.

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целью** дисциплины «Численные методы математического моделирования» является ознакомление студентов-гидрологов с возможностями применения стохастических моделей для решения современных гидрологических задач численными методами.

**Основные задачи дисциплины** связаны с освоением студентами:

- стохастического обобщения динамической модели формирования речного стока;
- практического использования модели марковских случайных процессов (уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова – ФПК) для решения актуальных гидрологических задач, связанных с изменениями климата, антропогенной деятельностью на водосборе и оценкой надежности гидротехнических сооружений.

Наиболее тесно дисциплина связана с вычислительной математикой, теорией вероятности и статистикой, общей гидрологией, физикой вод суши, гидрологическими расчетами и прогнозами, моделирование гидрологических процессов и программированием.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Численные методы математического моделирования» для направления 05.03.05 – «Прикладная гидрометеорология», профиль – Прикладная гидрология, относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1.

Параллельно с дисциплиной «Численные методы математического моделирования» изучаются: «Экономика и управление производством», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Гидравлика (Речная)», «Гидрологические расчеты», «Случайные процессы в гидрологии», «Современные методы статистической обработки гидрологической информации», «Лабораторное гидрологическое моделирование», «Метрология, стандартизация и сертификация».

Дисциплина «Численные методы математического моделирования» является базовой для освоения дисциплин «Гидрологические прогнозы», «Численные методы в гидрологии».

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>Компетенция</b>
ОПК-1	Способность представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики
ОПК-3	Способность анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования

Ключевой компетенцией, формируемой в процессе изучения дисциплины, является **ОПК-1**.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Численные методы математического моделирования» обучающийся должен:

Знать:

- основные математические модели гидрологических процессов;
- методы стыковки моделей отдельных звеньев гидрологического цикла друг с другом и пути их объединения с моделями климатических и экологических процессов;
- пути корректной постановки задач математического моделирования гидрологических процессов;

- способы упрощения математических моделей путем перехода от дифференциальных уравнений к алгебраическим воднобалансовым соотношениям;
- конечно-разностные методы реализации основных моделей;
- пути использования математических моделей для решения практических гидрологических задач.

Уметь:

- обосновывать математические модели основных гидрологических процессов;
- задавать граничные и начальные условия, обеспечивающие корректную постановку задач моделирования на основе использования результатов наблюдений на сети Росгидромета;
- объединять модели отдельных звеньев в общую модель гидрологического цикла;
- выполнять численное интегрирование динамических моделей;
- решать практические задачи, связанные с прогнозами гидрологического режима с использованием математического моделирования.

Владеть:

- терминологией;
- основами численного решения математических моделей;
- методами прогнозирования с использованием математических моделей.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Численные методы математического моделирования» сведены в таблице.

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

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии	способен решать практические задачи	владеет основными навыками работы с литературой по профессиональным вопросам	способен дать критическую оценку методов решения
	не умеет	испытывает затруднения при выборе методов решения	испытывает затруднения при реализации инженерных расчетов	способен выявить проблему	ориентируется в предметной области
	не знает	допускает грубые ошибки в интерпретации данных моделирования	знает основные закономерности физических процессов, но не ориентируется в их специфике	способен анализировать данные, но испытывает затруднения при выявлении закономерностей	способен дать анализ результатов
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии	владеет основными методами решения практических задач	способен к поиску решения, но не демонстрирует навыков сравнительного анализа методов решения задач	способен предложить пути решения задач
	не умеет	владеет стандартными методами решения	способен выполнить инженерные расчеты с привлечением вычислительных средств	способен выявить проблему в ее связи с другими процессами	свободно ориентируется в предметной области
	не знает	допускает много ошибок в интерпретации данных моделирования	может изложить основные закономерности физических процессов, но не ориентируется в их специфике	способен анализировать данные, выявлять отклонения	способен дать анализ результатов, с указанием путей решения проблемы
продвинутый	не владеет	владеет терминологией	владеет различными методами решения практических задач	способен к поиску новых решений практических задач решения	способен предложить свои способы решения практических задач
	не умеет	владеет широким спектром стандартных методов решения	способен выполнить инженерные расчеты с привлечением новых технологий	способен выявить проблему в ее связи с другими процессами, определить ее источник	свободно ориентируется в предметной области, умеет выделить ее практическое значение
	не знает	допускает ошибки в интерпретации данных моделирования	знает основные закономерности физических процессов, способен интерпретировать данные моделирования	способен анализировать данные, выявлять закономерности и отклонения	способен дать критический анализ результатов, с указанием путей и методов решения проблемы

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетные единицы, 144 часов.

##### 4.1. Структура дисциплины

*Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах)*

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>56</b>	<b>36</b>
в том числе:		
лекции	28	8
практические занятия	–	
лабораторные занятия	28	8
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>88</b>	<b>128</b>
в том числе:		
курсовая работа	–	–
контрольная работа (расчетно-графическая)	+	+
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

#### Очное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар, практич.	Лаборат.	Самост. работа			
1	Стохастические модели гидрологических процессов	6	2	–	2	22	Тест	1	ОПК-1, ОПК-3
2	Идентификация моделей	6	10	–	10	22	Тест, расчетно-графические задания	2	ОПК-1, ОПК-3
3	Пути практического применения стохастического моделирования гидрологических процессов	6	8	–	8	22	Тест, расчетно-графические задания	2	ОПК-1, ОПК-3

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар, практич.	Лаборат.	Самост. работа			
4	Алгоритмы развития гидрологических процессов	6	8	–	8	22	Тест, расчетно-графические задания	2	ОПК-1, ОПК-3
<b>ИТОГО</b>			28	–	28	88		7	
			144						

### Заочное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар, практич.	Лаборат.	Самост. работа			
1	Стохастические модели гидрологических процессов	5	2	–	–	32	Тест	1	ОПК-1, ОПК-3
2	Идентификация моделей	5	2	–	–	32	Тест, расчетно-графические задания	2	ОПК-1, ОПК-3
3	Пути практического применения стохастического моделирования гидрологических процессов	5	2	4	–	32	Тест, расчетно-графические задания	2	ОПК-1, ОПК-3
4	Алгоритмы развития гидрологических процессов	5	2	4	–	32	Тест, расчетно-графические задания	2	ОПК-1, ОПК-3
<b>ИТОГО</b>			8	8	–	128		7	
			144						

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **4.2.1. Стохастические модели гидрологических процессов**

Мотивация перехода от динамических моделей к стохастическим. Категории необходимости и случайности и соответствующие им динамические и статистические закономерности. Пути введения стохастичности в динамические модели. Типы случайных процессов, модели которых допускают численную реализацию (марковские случайные процессы, понятие белого шума). Типы динамических моделей, конечно-разностная аппроксимация которых позволяет оставаться в рамках простых марковских процессов, имеющих инженерное приложение в гидрометеорологии. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК): физический (гидрометеорологический) смысл; начальные и граничные условия; условие нормировки; коэффициенты сноса и диффузии; формулы для их вычисления. Численное решение уравнения ФПК (конечно-разностная аппроксимация, начальная гистограмма, условие устойчивости решения, алгоритмы вычислений). Аппроксимация уравнения ФПК системой обыкновенных дифференциальных уравнений для начальных статистических моментов.

### **4.2.2. Идентификация моделей**

Общее представление об идентификации (параметризация моделей методами идентификации; потенциальная некорректность обратных задач). Идентификация параметров стохастической модели формирования стока ФПК путем ее сведения к системе алгебраических уравнений для начальных моментов и ее численное решение. Истоки некорректности решения: существование (совместность системы), устойчивость (хорошая обусловленность). Методы борьбы с некорректностью задач идентификации (отказ от попыток найти «точное» решение, уменьшение числа искомых параметров, использование метода наименьших квадратов).

### **4.2.3. Пути практического применения стохастического моделирования гидрологических процессов**

Нестационарная модель энергетического баланса Земли в виде дифференциального уравнения для средней годовой приземной температуры воздуха (глобальная модель климата), учитывающая термическую инерцию, альбедо и влияние парниковых газов на длинноволновое уходящее излучение. Сравнение численного решения модели с данными инструментальных наблюдений и возможные сценарии климатических изменений. Численная реализация модели формирования многолетних видов речного стока для оценки долгосрочных изменений гидрологического режима при заданных сценариях изменения климата и характере антропогенной деятельности в речных бассейнах с использованием эмпирических региональных зависимостей для коэффициента стока. Задача о надежности гидротехнических сооружений при неустановившемся климате.

### **4.2.4. Алгоритмы развития гидрологических процессов**

Адаптационные и бифуркационные механизмы развития. Адаптационный механизм развития гидрологических процессов (изменение формы кривых плотности вероятности в зависимости от учитываемых элементов дарвинской триады). Неустойчивость гидрологических процессов, пример бифуркационного развития. Понятие фазового пространства гидрологической системы и его расширение.

### 4.3. Лабораторные и практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Категории диалектического материализма: необходимость и случайность. Чем вызван переход от динамического описания гидрологических процессов к стохастическому. Смысл уравнения ФПК как закона сохранения вероятности	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
2	1	Численное интегрирование стохастического уравнения описывающего эволюцию плотности вероятности стока с речного бассейна при различных вариантах граничных и начальных условий, метеорологических факторов и хозяйственной деятельности	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
3	1	Численное решение уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) для эволюции плотности вероятности стоковых характеристик	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
4	2	Идентификация, отличие ее от параметризации моделей гидрологических процессов	Практическое задание	ОПК-1, ОПК-3
5	2	Моделирование гидрологических процессов с целью оценки влияния антропогенных изменений климата и хозяйственной деятельности на статистические характеристики гидрологических величин	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
6	2	Долгосрочная оценка характеристик речного стока при изменении климата	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
7	3	Область применения уравнения ФПК: задача о надежности гидротехнических сооружений, оценка гидрологических последствий изменения климата и т.п.	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
8	3	Использование моделей гидрологических процессов для решения задачи о надежности гидротехнических сооружений в условиях неустановившегося климата или изменений интенсивности и характера хозяйственной деятельности	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
9	4	Алгоритмы развития гидрологических процессов и синергетика	Практическое занятие	ОПК-1, ОПК-3
10	2	Структура программ на C++. Среды разработки программ и создание исполняемого файла	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
11	2	Типизация данных	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
12	2	Операторы	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
13	2	Глобальные функции	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
14	2	Классы	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
15	2	Операторы цикла	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
16	2	Реализация модели склонового стока с сосредоточенными параметрами	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
17	2	Реализация модели водоема с сосредоточенными параметрами	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3
18	2	Реализация модели руслового стока с распределенными параметрами	Лабораторная работа	ОПК-1, ОПК-3

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

**5.1. Текущий контроль**

**а). Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля**

**Задание 1.** КАКАЯ КАТЕГОРИЯ СООТВЕТСТВУЕТ ПРИМЕНЕНИЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ?

- A. Возможность
- B. Случайность
- C. Действительность
- D. Необходимость

**Задание 2.** КАКИМ ОБРАЗОМ ВВОДИТСЯ СТОХАСТИЧНОСТЬ В НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ?

- A. Искусственно
- B. За счет погрешности измерений
- C. За счет набора повторных измерений
- D. Так требуют нормативные документы

**Задание 3.** ЗА ЧТО «ОТВЕЧАЕТ» КОЭФФИЦИЕНТ СНОСА, ВХОДЯЩИЙ В УРАВНЕНИЕ ФОККЕРА-ПЛАНКА-КОЛМОГорова?

- A. За задание граничных условий
- B. За распластывание кривой плотности вероятности
- C. За граничные условия
- D. За смещение кривой плотности вероятности

## 5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу, презентации лекций и практических работ. Освоение материалом и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем.

## 5.3. Промежуточный контроль: экзамен

### Перечень вопросов к экзамену

1. Мотивация перехода от динамических к стохастическим моделям (категории необходимость и случайность и соответствующие им динамические и стохастические закономерности; пути введения стохастичности в динамические модели; почему вероятность – новые возможности)
2. Основные типы случайных процессов (понятие случайного процесса, марковского процесса и белого шума; типы динамических моделей, конечно-разностная аппроксимация которых позволяет оставаться в рамках простых марковских процессов)
3. Уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) (его запись, задание граничных и начальных условий, условия нормировки, физический смысл уравнения ФПК, физический смысл коэффициентов сноса и диффузии и формулы для их вычисления)
4. Численное решение уравнения ФПК (конечно-разностная аппроксимация, начальная гистограмма, условие устойчивости решения, алгоритм вычисления)
5. Аппроксимация уравнения ФПК системой обыкновенных дифференциальных уравнений для начальных статистических моментов и их численная реализация методом Рунге-Кутты или упрощенным методом Эйлера
6. Общее представление об идентификации (параметризация моделей методами идентификации; потенциальная некорректность обратных задач)
7. Идентификация параметров стохастической модели формирования стока ФПК путем ее сведения к системе алгебраических уравнений для начальных моментов и ее численное решение
8. Истоки некорректности решения задачи идентификации стохастической модели стока в виде системы алгебраических уравнения (нарушение условий существования решений, его единственности и устойчивости)
9. Методы борьбы с некорректностью задач идентификации путем отказа от поисков «точного» решения, уменьшения числа искомых параметров и использования выпуклых минимизирующих функций
10. Глобальная модель климата, сравнение ее численного решения (многолетнего хода температуры воздуха) с данными инструментальных наблюдений и возможные сценарии климатических изменений
11. Численная реализация модели формирования многолетних видов речного стока для оценки долгосрочных изменений гидрологического режима
12. Задача о надежности гидротехнических сооружений при неустановившемся климате
13. Адаптационные и бифуркационные механизмы развития. Адаптационное изменение формы вероятностных распределений в зависимости от учитываемых элементов дарвинской триады
14. Неустойчивость гидрологических процессов, пример бифуркационного развития. Понятие фазового пространства гидрологической системы и ее расширение.
15. Объектно-ориентированное программирование системной математической модели для краткосрочного прогноза перемещения паводочной волны по речной системе\*

\* Вопрос заключается в решении практической задачи (контрольного задания) для тех студентов, которые по уважительной причине не выполнили практические задания или контрольную работу

## Образцы билетов к экзамену

Российский государственный гидрометеорологический университет

Кафедра гидрофизики гидропрогнозов

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Численные методы математического моделирования»

1. Мотивация перехода от динамических к стохастическим моделям (категории необходимость и случайность и соответствующие им динамические и стохастические закономерности; пути введения стохастичности в динамические модели; почему вероятность – новые возможности)
2. Истоки некорректности решения задачи идентификации стохастической модели стока в виде системы алгебраических уравнения (нарушение условий существования решений, его единственности и устойчивости)
- 3\* Объектно-ориентированное программирование системной математической модели для краткосрочного прогноза перемещения паводочной волны по речной системе

\* Третий вопрос заключается в решении практической задачи для тех студентов, которые по уважительной причине не выполнили практические задания или контрольную работу

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Хаустов В.А.

Российский государственный гидрометеорологический университет

Кафедра гидрофизики гидропрогнозов

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине «Численные методы математического моделирования»

1. Основные типы случайных процессов (понятие случайного процесса, марковского процесса и белого шума; типы динамических моделей, конечно-разностная аппроксимация которых позволяет оставаться в рамках простых марковских процессов)
2. Методы борьбы с некорректностью задач идентификации путем отказа от поисков «точного» решения, уменьшения числа искомых параметров и использования выпуклых минимизирующих функций
- 3\* Объектно-ориентированное программирование системной математической модели для краткосрочного прогноза перемещения паводочной волны по речной системе

\* Третий вопрос заключается в решении практической задачи для тех студентов, которые по уважительной причине не выполнили практические задания или контрольную работу

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Хаустов В.А.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В. Моделирование гидрологических процессов. – СПб, изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.
2. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть I. Динамические модели» (на базе языка C++). – СПб, изд. РГГМУ, 2010. – 150 с. – Электронный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417153014.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417153014.pdf)
3. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть II. Стохастические модели» (на базе языка C++). – СПб, изд. РГГМУ, 2012. – 247 с.
4. Антонцев С.И., Епихов Г.П., Кашиеваров А.А. Системное математическое моделирование процессов водообмена. – Новосибирск: Наука, 1986, – 216 с.
5. Коваленко В.В. Моделирование эволюционных процессов (на примере истории России). – СПб: изд. РГГМУ, 2003. – 304 с.

### б) дополнительная литература:

1. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока (опыт критического анализа). – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 312 с.
2. Коваленко В.В., Пивоварова И.И. Оптимизация гидрологической сети на основе стохастической модели формирования речного стока. – СПб.: изд. РГГМУ, 2000. – 43 с.
3. Кучмент Л.С. Модели процессов формирования речного стока. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 182 с.

### в) Программное обеспечение:

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

### г) Интернет-ресурсы:

Математическое моделирование процессов

<http://mathmod.aspu.ru/?id=4>

[http://www.pedsovet.info/info/pages/referats/info\\_00002.htm](http://www.pedsovet.info/info/pages/referats/info_00002.htm)

[http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-210110501.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-210110501.pdf)

### д) Профессиональные базы данных:

- Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>
- База данных Web of Science
- База данных Scopus

### е) Информационные справочные системы

- ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
- ЭБС «Znaniium». Режим доступа: <http://znaniium.com/>
- ЭБС «Перспект Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
- Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
- Электронная библиотека РГО. Режим доступа: <http://lib.rgo.ru/dsweb/HomePage>
- Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. Режим доступа: <http://www.spsl.nsc.ru>
- Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
<b>Лекции</b>	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии.</p>
<b>Практические и семинарские занятия</b>	<p>Внимательно слушать объяснения и рекомендации преподавателя о методах решения поставленной задачи, порядке выполнения работы.</p> <p>В рабочей тетради указывать расчетные формулы, применяемые при решении задачи, отражать промежуточные результаты вычислений.</p> <p>По мере необходимости визуализировать результаты расчетов в виде графиков.</p> <p>Провести анализ полученных результатов и записать в выводах по проведенной работе.</p>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

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

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
<p>Введение</p> <p>Общие вопросы моделирования</p> <p>Динамические модели основных звеньев гидрологического цикла</p> <p>Численная реализация моделей с распределенными и сосредоточенными параметрами</p>	<p>Образовательные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• интерактивное взаимодействие педагога и аспиранта;</li> <li>• сочетание индивидуального и коллективного обучения;</li> <li>• занятия, проводимые в форме диалога, дискуссии;</li> <li>• технология развития критического мышления</li> </ul> <p>Информационные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проведение занятий с использованием слайд-презентаций;</li> <li>• организация взаимодействия педагога с аспирантом посредством электронной информационно-образовательной среды</li> </ul>	<p>Программное обеспечение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows</li> <li>• Microsoft Office</li> </ul> <p>Информационно-справочные системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ЭБС «ГидроМетеоОнлайн»</li> <li>• Национальная электронная библиотека (НЭБ)</li> <li>• ЭБС «Znanium»</li> <li>• ЭБС «Перспект Науки»</li> <li>• Электронно-библиотечная система eLibrary</li> <li>• ЭБС «Юрайт»</li> </ul> <p>Профессиональные базы данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической ин-</li> </ul>

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
	<ul style="list-style-type: none"> <li>использование профессиональных баз данных и информационно-справочных систем</li> </ul>	формации – Мировой центр данных <ul style="list-style-type: none"> <li>База данных Web of Science</li> <li>База данных Scopus</li> </ul>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского и практического типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

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

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

**Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Самостоятельная работа проводится в читальном зале библиотеки, а также в Бюро гидрологических прогнозов, укомплектованном вычислительной техникой.

## 10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

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

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