

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 В ГИДРОЛОГИИ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

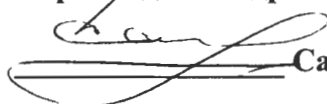
**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Прикладная гидрология**

Квалификация:  
**Бакалавр**


Форма обучения  
**Очная/заочная**

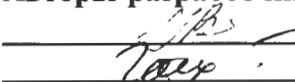

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная гидрология»

  
Сакович В.М.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 июля 2019 г., протокол № 7

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

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

Санкт-Петербург 2019

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель дисциплины** – формирование у студентов знаний и навыков численных методов решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы, протекающие в гидросфере.

**Основные задачи дисциплины:** систематизированное изложение методов решения уравнений, описывающих процессы, протекающие в гидросфере, а также возможностей их реализации с применением программных приложений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Численные методы в гидрологии» для направления 05.03.05 – «Прикладная гидрометеорология», профиль – Прикладная гидрология, относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Вычислительная математика», «Физика вод суши», «Гидрология суши», «Численные методы математического моделирования», «Математическое моделирование гидрологических процессов».

Параллельно с дисциплиной «Численные методы в гидрологии» изучаются дисциплины: «Гидрологические прогнозы», «Руслловые процессы», «Современные проблемы водопользования», «Современные методы статистической обработки гидрологической информации», «Новая измерительная техника в гидрометеорологии», «Опасные гидрологические явления», «Современные технологии в изысканиях», «Охрана и мониторинг поверхностных вод», «Воднобалансовые исследования».

Дисциплина «Численные методы в гидрологии» является базовой для освоения дисциплин, изучаемых в магистратуре.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-3	способность анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования
ПК-4	способность к решению гидрометеорологических задач, достижению поставленных критериев и показателей
ППК-2	способность выбирать и применять на практике методы инженерных расчетов гидрометеорологических характеристик, проводить анализ полученных результатов

Ключевой компетенцией, формируемой в процессе изучения дисциплины, является **ППК-2**.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Физика вод суши» обучающийся должен:

### **Знать:**

- классификацию обыкновенных дифференциальных уравнений;
- классификацию дифференциальных уравнений в частных производных;
- принципы построения конечно-разностных схем;
- понятия сходимости, корректности и устойчивости;
- принципы оценки погрешности вычислений;
- конечно-разностные схемы решения моделей с сосредоточенными и распределенными параметрами, представляющие собой дифференциальные уравнения.

**Уметь:**

- самостоятельно ставить задачу,
- задавать начальные и граничные условия,
- оценивать погрешность реализации выбранной численной схемы,
- реализовывать решения с использованием приложения MatLab.

**Владеть:**

- терминологией;
- аналитическими, численными и графическими методами решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы, протекающие в водотоках и водоемах;
- методами оценки погрешности вычислений;
- программными приложениями для реализации численных методов решения.

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

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

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ОПК-3	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• классификацию обыкновенных дифференциальных уравнений</li> <li>• классификацию дифференциальных уравнений в частных производных</li> </ul>	<b>Не знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• классификацию обыкновенных дифференциальных уравнений</li> <li>• классификацию дифференциальных уравнений в частных производных</li> </ul>	<b>Недостаточно знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• классификацию обыкновенных дифференциальных уравнений</li> <li>• классификацию дифференциальных уравнений в частных производных</li> </ul>	<b>Хорошо знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• классификацию обыкновенных дифференциальных уравнений</li> <li>• классификацию дифференциальных уравнений в частных производных</li> </ul>	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• классификацию обыкновенных дифференциальных уравнений</li> <li>• классификацию дифференциальных уравнений в частных производных</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно ставить задачу,</li> <li>• задавать начальные и граничные условия</li> </ul>	<b>Не умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно ставить задачу,</li> <li>• задавать начальные и граничные условия</li> </ul>	<b>Затрудняется:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно ставить задачу,</li> <li>• задавать начальные и граничные условия</li> </ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно ставить задачу,</li> <li>• задавать начальные и граничные условия</li> </ul>	<b>Умеет свободно:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно ставить задачу,</li> <li>• задавать начальные и граничные условия</li> </ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• терминологией;</li> <li>• аналитическими, численными и графическими методами решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы, протекающие в водотоках и водоемах</li> </ul>	<b>Не владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• терминологией;</li> <li>• аналитическими, численными и графическими методами решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы, протекающие в водотоках и водоемах</li> </ul>	<b>Недостаточно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• терминологией;</li> <li>• аналитическими, численными и графическими методами решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы, протекающие в водотоках и водоемах</li> </ul>	<b>Хорошо владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• терминологией;</li> <li>• аналитическими, численными и графическими методами решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы, протекающие в водотоках и водоемах</li> </ul>	<b>Свободно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• терминологией;</li> <li>• аналитическими, численными и графическими методами решения дифференциальных уравнений, описывающих физические процессы, протекающие в водотоках и водоемах</li> </ul>

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ПК-4	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы построения конечно-разностных схем;</li> <li>• понятия сходимости, корректности и устойчивости</li> </ul>	<b>Не знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы построения конечно-разностных схем;</li> <li>• понятия сходимости, корректности и устойчивости</li> </ul>	<b>Недостаточно знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы построения конечно-разностных схем;</li> <li>• понятия сходимости, корректности и устойчивости</li> </ul>	<b>Хорошо знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы построения конечно-разностных схем;</li> <li>• понятия сходимости, корректности и устойчивости</li> </ul>	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы построения конечно-разностных схем;</li> <li>• понятия сходимости, корректности и устойчивости</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать погрешность реализации выбранной численной схемы</li> </ul>	<b>Не умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать погрешность реализации выбранной численной схемы</li> </ul>	<b>Затрудняется:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать погрешность реализации выбранной численной схемы</li> </ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать погрешность реализации выбранной численной схемы</li> </ul>	<b>Умеет свободно:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оценивать погрешность реализации выбранной численной схемы</li> </ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• программными приложениями для реализации численных методов решения</li> </ul>	<b>Не владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• программными приложениями для реализации численных методов решения</li> </ul>	<b>Недостаточно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• программными приложениями для реализации численных методов решения</li> </ul>	<b>Хорошо владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• программными приложениями для реализации численных методов решения</li> </ul>	<b>Свободно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• программными приложениями для реализации численных методов решения</li> </ul>

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемый результат обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ППК-2	<b>Знать:</b> • конечно-разностные схемы решения моделей с сосредоточенными и распределенными параметрами, представляющие собой дифференциальные уравнения	<b>Не знает:</b> • конечно-разностные схемы решения моделей с сосредоточенными и распределенными параметрами, представляющие собой дифференциальные уравнения	<b>Недостаточно знает:</b> • конечно-разностные схемы решения моделей с сосредоточенными и распределенными параметрами, представляющие собой дифференциальные уравнения	<b>Хорошо знает:</b> • конечно-разностные схемы решения моделей с сосредоточенными и распределенными параметрами, представляющие собой дифференциальные уравнения	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> • конечно-разностные схемы решения моделей с сосредоточенными и распределенными параметрами, представляющие собой дифференциальные уравнения
	<b>Уметь:</b> • реализовывать решения с использованием приложения MatLab	<b>Не умеет:</b> • реализовывать решения с использованием приложения MatLab	<b>Затрудняется:</b> • реализовывать решения с использованием приложения MatLab	<b>Умеет:</b> • реализовывать решения с использованием приложения MatLab	<b>Умеет свободно:</b> • реализовывать решения с использованием приложения MatLab
	<b>Владеть:</b> • методами оценки погрешности вычислений	<b>Не владеет:</b> • методами оценки погрешности вычислений	<b>Недостаточно владеет:</b> • методами оценки погрешности вычислений	<b>Хорошо владеет:</b> • методами оценки погрешности вычислений	<b>Свободно владеет:</b> • методами оценки погрешности вычислений

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### 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>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям – всего:</b>	<b>42</b>	<b>12</b>
в том числе:		
лекции	14	6
практические (семинарские) занятия	28	6
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>	<b>96</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

##### 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	Практич.	Самост. работа			
1	Введение	8	2	–	16	Тестовые задания	0	ОПК3, ПК-4, ППК-2
2	Матричная лаборатория MatLab	8	4	8	16	Расчетные задания, тестовые задания	2	ОПК3, ПК-4, ППК-2
3	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	8	4	10	18	Расчетные задания, тестовые задания	2	ОПК3, ПК-4, ППК-2
4	Методы решения уравнений в частных производных	8	4	10	16	Расчетные задания, тестовые задания	2	ОПК3, ПК-4, ППК-2
	<b>ИТОГО</b>		<b>14</b>	<b>28</b>	<b>66</b>		<b>6</b>	

## 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	Практич.	Самост. работа			
1	Введение	5	–	–	–	Тестовые задания	–	ОПК3, ПК-4, ППК-2
2	Матричная лаборатория MatLab	5	2	2	30	Расчетные задания, тестовые задания	2	ОПК3, ПК-4, ППК-2
3	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	5	2	2	32	Расчетные задания, тестовые задания	2	ОПК3, ПК-4, ППК-2
4	Методы решения уравнений в частных производных	5	2	2	34	Расчетные задания, тестовые задания	2	ОПК3, ПК-4, ППК-2
	<b>ИТОГО</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>96</b>		<b>6</b>	
			<b>108</b>					

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### *Введение*

Этапы решения зада на компьютере. Математические модели, их классификация. Численные методы решения. Понятие погрешности вычислений. Источники погрешностей. Устойчивость. Корректность. Неустойчивость методов. Понятие сходимости.

#### *Матричная лаборатория MatLab*

Знакомство пользователя с матричной лабораторией MatLab: интерфейс, основные объекты, форматы, математические функции, графика. М-файлы сценариев и функций. Основы программирования в системе MatLab: операторы цикла, операторы ветвления, логические выражения с массивами и числами.

Вычисления в среде MatLab. Решение уравнений. Минимизация функций. Интегрирование функций. Полиномы и интерполяция. Решение дифференциальных уравнений: схема решения задач с начальным условием, солверы для решения задач с начальными условиями, задание точности вычислений, решение граничных задач.

#### *Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений*

Численное дифференцирование. Аппроксимация производных. Погрешность численного дифференцирования.



Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Разностные методы.

Задача Коши. Методы решения задачи Коши: метод Эйлера, модификации метода Эйлера, методы Рунге-Кутты, многошаговые методы. Методы типа «прогноз-коррекция» и изменение величины шага. Улучшенные многошаговые методы. Контроль величины шага и устойчивость. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.

Краевые задачи. Метод стрельбы. Методы конечных разностей.

### *Методы решения уравнения в частных производных*

Элементы теории разностных схем. О построении разностных схем. Линейный анализ корректности дискретизации (сходимость и ошибка аппроксимации, численная устойчивость).

Уравнения первого порядка. Линейное уравнение переноса. Квазилинейное уравнение. Консервативные схемы.

Уравнение второго порядка. Волновое уравнение. Уравнение теплопроводности. Понятие о схемах расщепления. Уравнение Лапласа.

Уравнения гидравлической идеализации как примеры одномерных и двумерных моделей с распределенными параметрами. Варианты конечно-разностных аппроксимаций. Применение средств MatLab (функций `pde`, `del2(U)` и `diff(X,n)`) при аппроксимации Лапласиана и конечно-разностной аппроксимации. Явные схемы (Лакса, «чехарда», Лакса-Венддорфа). Неявные схемы (Дельфтской гидравлической лаборатории, Эббота-Ионеску, ИГ СО РАН).

### 4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Знакомство с командными окнами приложения MatLab	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
2	2	Изучение встроенных функций приложения MatLab	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
3	2	Программирование на языке приложения MatLab	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
4	2	Решение задач с использованием операторов условия и циклов	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
5	3	Численное интегрирование модели склонового стока методами Эйлера и Рунге-Кутты с использованием <code>m</code> -функций в приложении MatLab	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
6	3	Численное интегрирование модели склонового стока методами Эйлера и Рунге-Кутты с использованием встроенных функций <code>ode</code> в приложении MatLab	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Тематика занятий</b>	<b>Форма проведения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
7	3	Численное интегрирование модели водоема методом Рунге-Кутта с использованием пакета Simulink приложения MatLab	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
8	3	Численные методы решения модели склонового стока для решения прогностических задач	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
9	3	Численный метод решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
10	4	Численные решение уравнение уравнения «переноса» (кинематической волны)	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
11	4	Численное решение одномерного дифференциального уравнения теплопроводности с помощью явных методов	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
12	4	Численное решение одномерного дифференциального уравнения теплопроводности с помощью неявных методов	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
13	4	Численное решение двумерного дифференциального уравнения теплопроводности	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
14	4	Численное интегрирование параболического уравнения (на примере уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова) с помощью явных схем	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2
15	4	Численное интегрирование параболического уравнения (на примере уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова) с помощью неявных схем	Расчетно-графическое практическое задание	ОПК3, ПК-4, ППК-2

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

### **5.1. Текущий контроль**

#### **Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля**

**Задание 1. ЧТО ПОНИМАЕТСЯ ПОД ОЦЕНКОЙ СХОДИМОСТИ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА?**

- A. Существование и единственность численного решения при любых значениях исходных данных
- B. Близость получаемого численного решения задачи к истинному решению
- C. Малые погрешности решений при малой погрешности в исходной величине

**Задание 2. ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ КОЛИЧЕСТВО ЗАДАВАЕМЫХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ?**

- A. От степени производной по времени
- B. От типа применяемой схемы (явная или неявная)
- C. От степени старшей производной

**Задание 3. КАКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДИСКРИМИНАНТА  $D = b^2 - ac$  СООТВЕТСТВУЕТ ЭЛЛИПТИЧЕСКОМУ ТИПУ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ?**

- A.  $D > 0$
- B.  $D < 0$
- C.  $D = 0$

### **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.

Студенты выполняют расчетно-графические работы. Выполнение работы проходит при регулярных консультациях с преподавателем. Приступая к выполнению работы, студент, прежде всего, должен ознакомиться с имеющейся по исследуемому вопросу литературой. Полученные результаты должны быть оценены, проанализированы.

### **5.3. Промежуточный контроль: зачет**

#### **Перечень вопросов к зачету**

1. Численные методы. Основные понятия (методы решения дифференциальных задач, основные требования, предъявляемые к численным методам).
2. Численное дифференцирование. Аппроксимация производных.
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Основные понятия.
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы Эйлера.
6. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Метод Рунге-Кутты
7. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы Адамса, Гюна.
8. Уравнения с частными производными. Классификация уравнений

9. Уравнения с частными производными. Построение разностных схем
10. Уравнения с частными производными. Уравнения первого порядка. Линейное уравнение переноса.
11. Уравнения с частными производными. Уравнения второго порядка. Волновое уравнение.
12. Уравнения с частными производными. Уравнения второго порядка. Решение уравнение теплопроводности явными методами
13. Уравнения с частными производными. Уравнения второго порядка. Решение уравнение теплопроводности неявными методами
14. Уравнения с частными производными. Уравнения второго порядка. Решение параболического уравнения на примере уравнения Фоккера – Планка - Колмогорова

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. *Вагер Б.Г.* Численные методы решения дифференциальных уравнений. – СПб.: изд. РГГМУ, 2005. – 126 с.
2. *Емельянов, В. Н.* Численные методы: введение в теорию разностных схем : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 188 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06617-3. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/5A97B60B-81DD-46CA-A884-DB21BDE8C603](http://www.biblio-online.ru/book/5A97B60B-81DD-46CA-A884-DB21BDE8C603). *Вержбицкий В.М.* Основы численных методов. – М.: Высшая школа, 2005.
3. *Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В.* Моделирование гидрологических процессов. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.

### **б) Дополнительная литература:**

1. *Турчак Л.И., Плотников П.В.* Основы численных методов. – М.: Физматлит, 2002. – 304 с.
2. *Коваленко В.В., Лубяной А.В., Хаустов В.А.* Задачи по моделированию гидрологических процессов. – СПб.: изд. РГГМУ, 1998.
3. *Кюнж Ж.А., Холи Ф.М., Вербей А.* Численные методы в задачах речной гидравлики. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. *Джон Г. Мэтьюз, Куртис Д. Финк.* Численные методы. Использование MatLab. – М.: изд. дом «Вильямс», 2001.
5. *Дьяконов В.* Matlab 6. – СПб: Питер, 2002.
6. *Дьяконов В., Круглов В.* MatLab. Анализ, идентификация и моделирование систем. – СПб.: Питер, 2001.

### **в) Программное обеспечение:**

windows 7 48130165 21.02.2011  
office 2010 49671955 01.02.2012

### **г) Интернет-ресурсы:**

1. Знакомство с матричной лабораторией MATLAB (электронный учебник). <http://clubmt.ru/Matlab/index.html>
2. Математика MATLAB Электронный учебник. <http://atomas.ru/mat/Matlab/>
3. Численные методы решения уравнений - книга / Учебник по математике. [http://studentlib.com/kniga\\_uchebnik-288538-chislennye\\_metody\\_resheniya\\_uravneniy.html](http://studentlib.com/kniga_uchebnik-288538-chislennye_metody_resheniya_uravneniy.html)

**д) Профессиональные базы данных:**

- 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 «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.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**

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Организация деятельности студента</b>
<b>Лекции</b>	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</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 практическом занятии.</p>
<b>Практические занятия</b>	<p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Написание программы с использованием IBM-совместимых компьютеров.</p>
<b>Подготовка к зачету</b>	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, изучить рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету 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 Матричная лаборатория MatLab Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений Методы решения уравнений в частных производных</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> <li>• использование профессиональных баз данных и информационно-справочных систем</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 «Перспектив 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 информации – Мировой центр данных</li> <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, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служа-

щими 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, укомплектованного: компьютерами, копировально-множительной техникой, мультимедиа оборудованием (переносные проектор, экран).

#### **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.