

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра гидрофизики и гидропрогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):

**«Инженерная гидрология и рациональное использование  
водных ресурсов»**

Квалификация:

**Магистр**


Форма обучения

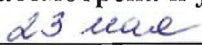

**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Инженерная гидрология и  
рациональное использование  
водных ресурсов»

  
Барышников Н.Б.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

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

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
 2019 г., протокол № 9  
Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Автор-разработчик:  
 Гайдукова Е.В.

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель дисциплины** – подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю Инженерная гидрология и рациональное использование водных ресурсов, знающих существующие подходы к моделированию и прогнозированию развивающихся систем природных процессов (на гидрологических примерах). При этом под развитием может пониматься как гносеологические его аспекты, когда «развивается» не сам объект, а моделирующий его субъект (социальная среда), «натякающей» на тупики разнообразного происхождения, так и онтологические аспекты, когда объективно меняются свойства развивающегося объекта.

**Основные задачи дисциплины** «Моделирование природных процессов» связаны с освоением студентами:

- ключевых задач гидродинамического моделирования природных процессов;
- возникающих тупиков при их решении;
- путями преодоления тупиков с помощью методологии частично инфинитного моделирования – нового научного направления, развитого на кафедре гидрофизики и гидропрогнозов РГГМУ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование природных процессов» для направления подготовки 05.04.05 Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Инженерная гидрология и рациональное использование водных ресурсов» относится к дисциплинам базовой части Блока 1 Дисциплины (модули).

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить курс бакалавриата, а также дисциплину магистратуры «Оценка изменений гидрологического режима при антропогенных воздействиях».

Параллельно с дисциплиной «Моделирование природных процессов» изучаются: «Специальные главы «Физики атмосферы, океана и вод суши», «Дистанционные методы исследования природной среды», «Философия», «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», а также дисциплины по выбору.

Дисциплина служит основой для научно-исследовательской деятельности, преддипломной практики.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу
ПК-1	Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Моделирование природных процессов» обучающийся должен:

### Знать:

- гидродинамические модели руслового стока;
- модель Фоккера–Планка–Колмогорова (уравнение типа «конвекция–диффузия») и ее аппроксимации в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений для начальных моментов, моделирующие процесс формирования вероятностных распределений многолетнего речного стока на географических

сетках, размеры которых адаптированы к зональным условиям формирования речного стока;

- оперативные прогностические модели для краткосрочного прогноза полей стоковых характеристик (включая уровень воды) с использованием информации о метеорологических полях осадков и температуры приземного воздуха, находящейся на Интернет-ресурсах;
- конечно-разностные аппроксимации моделей гидрологического цикла, используемые при численном решении;
- природу тупиков, возникающих при численной реализации моделей;
- методологические основания частично инфинитного моделирования, основные понятия: предметная область, фазовое пространство и др.;
- методологические основы фрактальной диагностики, методы ее реализации и практическое назначение;
- пути расширения фазового пространства;
- методы объединения предметных областей.

Уметь:

- рассчитывать характеристики многолетнего стока (норму, коэффициент вариации) по адаптированной к существующим климатическим сценариям стационарной модели для двух начальных моментов (решив предварительно обратную задачу параметризации);
- находить численные решения системной модели гидрологического цикла;
- выполнять численные краткосрочные прогнозы стоковых характеристик речных бассейнов по модели склонового стока с сосредоточенными параметрами;
- проводить оценку устойчивости вероятностного описания процесса формирования речного стока;
- анализировать полученные результаты;
- проводить фрактальную диагностику речного стока;
- обосновывать расширение фазовых пространств;
- осуществлять объединение предметных областей через двумерную плотность вероятности.

Владеть:

- терминологией;
- методологией частично инфинитного моделирования;
- методом оценки устойчивости решения модели формирования речного стока;
- способами генерирования рядов испарения;
- способами построения двумерной плотности вероятности;
- методикой фрактального диагностирования временных гидрометеорологических рядов.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Моделирование природных процессов» сведены в таблице.

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

Этап (уровень) освоения компете- нции	Планируемый ре- зультат обучения (показатели достиже- ния заданного уровня освоения компетен- ций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 (минимальный)	4 (базовый)	5 (продвинутый)
ОК-1 Второй этап (уровень)	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы оценивания качества используемых методов анализа и синтеза;</li> <li>• природу тупиков, возникающих при численной реализации моделей;</li> <li>• методологические основания частично инфинитного моделирования, основные понятия: предметная область, фазовое пространство и др.;</li> <li>• пути расширения фазового пространства;</li> <li>• методы объединения предметных областей</li> </ul>	<b>Не знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы оценивания качества используемых методов анализа и синтеза;</li> <li>• природу тупиков, возникающих при численной реализации моделей;</li> <li>• методологические основания частично инфинитного моделирования, основные понятия: предметная область, фазовое пространство и др.;</li> <li>• пути расширения фазового пространства;</li> <li>• методы объединения предметных областей</li> </ul>	<b>Недостаточно знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы оценивания качества используемых методов анализа и синтеза;</li> <li>• природу тупиков, возникающих при численной реализации моделей;</li> <li>• методологические основания частично инфинитного моделирования, основные понятия: предметная область, фазовое пространство и др.;</li> <li>• пути расширения фазового пространства;</li> <li>• методы объединения предметных областей</li> </ul>	<b>Хорошо знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы оценивания качества используемых методов анализа и синтеза;</li> <li>• природу тупиков, возникающих при численной реализации моделей;</li> <li>• методологические основания частично инфинитного моделирования, основные понятия: предметная область, фазовое пространство и др.;</li> <li>• пути расширения фазового пространства;</li> <li>• методы объединения предметных областей</li> </ul>	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы оценивания качества используемых методов анализа и синтеза;</li> <li>• природу тупиков, возникающих при численной реализации моделей;</li> <li>• методологические основания частично инфинитного моделирования, основные понятия: предметная область, фазовое пространство и др.;</li> <li>• пути расширения фазового пространства;</li> <li>• методы объединения предметных областей</li> </ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать полученные результаты;</li> <li>• обосновывать расширение фазовых пространств</li> </ul>	<b>Не умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать полученные результаты;</li> <li>• обосновывать расширение фазовых пространств</li> </ul>	<b>Затрудняется:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать полученные результаты;</li> <li>• обосновывать расширение фазовых пространств</li> </ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать полученные результаты;</li> <li>• обосновывать расширение фазовых пространств</li> </ul>	<b>Умеет свободно:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать полученные результаты;</li> <li>• обосновывать расширение фазовых пространств</li> </ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инструментами анализа и синтеза моделей</li> </ul>	<b>Не владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инструментами анализа и синтеза моделей</li> </ul>	<b>Недостаточно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инструментами анализа и синтеза моделей</li> </ul>	<b>Хорошо владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инструментами анализа и синтеза моделей</li> </ul>	<b>Свободно владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• инструментами анализа и синтеза моделей</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)
ОПК-1 Второй этап (уровень)	<b>Знать:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Не знает:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Недостаточно знает:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Хорошо знает:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Отлично знает. Свободно описывает:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин
	<b>Уметь:</b> • применять современные методы при решении профессиональных задач	<b>Не умеет:</b> фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Затрудняется:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Умеет:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Умеет свободно:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин
	<b>Владеть:</b> • методами решения прикладных гидрометеорологических задач	<b>Не владеет:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Недостаточно владеет:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Хорошо владеет:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин	<b>Свободно владеет:</b> • фундаментальные и прикладные разделы гидрометеорологических специальных дисциплин

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

##### 4.1. Структура дисциплины

*Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий  
(в академических часах)  
2019 год набора*

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>16</b>
в том числе:		
лекции	28	8
практические занятия	28	8
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>88</b>	<b>128</b>
<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	Постановка задачи частично инфинитного моделирования	3	6	6	–	20	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1
2	Методология частично инфинитного моделирования	3	6	6	–	20	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1
3	Фрактальная диагностика речного стока	3	8	8	–	20	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1

№ 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	Расширение фазового пространства модели формирования стока	3	8	8	–	28	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1
<b>ИТОГО :</b>			<b>28</b>	<b>28</b>		<b>88</b>		<b>4</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	Семинар, практич.	Лаборат.	Самост. работа			
1	Постановка задачи частично инфинитного моделирования	1	2	–	–	32	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1
2	Методология частично инфинитного моделирования	1	2	2	–	32	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1
3	Фрактальная диагностика речного стока	1	2	2	–	32	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1
4	Расширение фазового пространства модели формирования стока	1	2	4	–	32	Контрольная работа, расчетно-графическое задание	1	ОК-1 ПК-1
<b>ИТОГО</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>–</b>	<b>128</b>		<b>4</b>	

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1. Постановка задачи частично инфинитного моделирования

Математическая модель формирования стока. Неустойчивость вероятностного описания процесса формирования стока. Пути борьбы с неустойчивостью. Фазовое пространство. Пути расширения фазового пространства. Формулирование задач частично инфинитного моделирования.

### 4.2.2. Методология частично инфинитного моделирования

Понятие предметной области. Наглядный образ частично инфинитного моделирования. Эволюционные модели. Поиск новых фазовых переменных. Способы «оживления» фазовых переменных.

### 4.2.3. Фрактальная диагностика речного стока

Фрактальные множества и дробные размерности. Физика фракталов с позиции частично инфинитного моделирования. Фрактальная размерность многолетнего речного стока. Применение размерности пространства вложения в постановке задач частично инфинитного моделирования.

### 4.2.4. Расширение фазового пространства модели формирования стока

Частично инфинитное окружение речного бассейна. Динамические и стохастические модели испарительной предметной области. Объединение предметных областей через двумерную плотность вероятности. Практическое применение двумерной плотности вероятности. Физика ликвидации неустойчивости.

## 4.3. Семинарские, практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Численное решение эволюционной модели	Семинар	ОК-1 ПК-1
2	1	Система уравнений Сен-Венана. Сфера применения. Упрощения	Семинар	ОК-1 ПК-1
3	1	Стохастическая модель формирования стока и ее применения для оценки гидрологических последствий изменения климата	Практические занятия	ОК-1 ПК-1
4	2	Прогноз уровней воды с использованием аппроксимации стохастической модели	Практические занятия	ОК-1 ПК-1
5	2	Оценка устойчивости стохастической модели формирования многолетнего речного стока	Практические занятия	ОК-1 ПК-1
6	2	Понятие фазового пространства. Пути его расширения	Семинар	ОК-1 ПК-1
7	3	Фрактальные множества и дробные размерности	Семинар	ОК-1 ПК-1
8	3	Вычисление фрактальных (корреляционных) размерностей	Практические занятия	ОК-1 ПК-1



№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
9	3	Оценка фрактальных размерностей $R/S$ анализом	Семинар	ОК-1 ПК-1
10	3	Оценка фрактальных размерностей функциональным анализом	Семинар	ОК-1 ПК-1
11	4	Динамические и стохастические модели испарительной предметной области. Объединение предметных областей через двумерную плотность вероятности	Семинар	ОК-1 ПК-1
12	4	Объединение испарительной и стоковой предметных областей через двухмерную плотность вероятности	Практические занятия	ОК-1 ПК-1
13	4	Практическое применение двухмерной плотности вероятности	Семинар	ОК-1 ПК-1
14	4	Построение теоретической двумерной плотности вероятности	Практические занятия	ОК-1 ПК-1

## 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 вопросов контрольной работы

##### Раздел 1. Постановка задачи частично инфинитного моделирования

1. В чем отличие коэффициентов  $a$ ,  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  в уравнении Пирсона и уравнении ФПК?
2. Почему обычное моделирование не может преодолеть неустойчивость?

##### Раздел 2. Методология частично инфинитного моделирования

1. Дайте определение предметной области.
2. Какую философскую категорию отражает предметная область?

##### Раздел 3. Фрактальная диагностика речного стока

1. Что характеризует фрактальная размерность, а что размерность пространства вложения?
2. Дайте определение фрактала и его свойств.

##### Раздел 4. Расширение фазового пространства модели формирования стока

1. Покажите на примере, какая характеристика является наиболее вероятным кандидатом новой фазовой переменной при моделировании процесса формирования многолетнего речного стока.
2. Напишите стохастическую модель испарительной предметной области.

### 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. Освоение материала и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем.

### 5.3. Промежуточный контроль: экзамен

#### Перечень вопросов к экзамену

1. Математическая модель формирования стока
2. Неустойчивость процесса формирования стока
3. Почему «обычное» моделирование не может преодолеть неустойчивость процесса формирования стока
4. Расширение фазового пространства
5. Формулировка задачи частично инфинитного моделирования
6. Понятие предметной области
7. Наглядный образ частично инфинитного моделирования
8. Эволюционные модели
9. Где «прячутся» фазовые переменные на примере эволюционной модели
10. Как «оживают» фазовые переменные на примере эволюционной модели
11. Частично инфинитное окружение речного бассейна
12. Динамическая и стохастическая модели испарительной предметной области
13. Объединение предметных областей через двумерную плотность вероятности  $p(Q, E)$
14. Физика ликвидации неустойчивости
15. Исходные данные, необходимые для построения двумерной плотности вероятности  $p(Q, E)$ . Практическая польза от двумерных распределений
16. Исходные данные, необходимые для построения двумерной плотности вероятности  $p(Q, E)$ . Построение двумерной плотности вероятности годового стока
17. Фрактальные множества и дробные размерности
18. Физика фракталов с позиции частично инфинитного моделирования
19. Фрактальная размерность многолетнего речного стока

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

##### а) основная литература:

1. *Гайдукова Е.В., Диавара Х.* Моделирование природных процессов. Конспект лекций. – СПб.: изд. РГГМУ, 2019. – 76 с.
2. *Гайдукова Е.В.* Фрактальная диагностика в моделировании гидрологических процессов. – СПб.: Астерион, 2017. – 98 с. – Электронный ресурс. Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_5e466ff0b4a4490dad1d9838b512d3d2.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_5e466ff0b4a4490dad1d9838b512d3d2.pdf)
3. *Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В.* Моделирование гидрологических процессов. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.
4. *Коваленко В.В.* Частично инфинитная гидрология. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007. – 230 с. – Электронный ресурс. Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504200309.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504200309.pdf)

##### б) дополнительная литература:

1. *Гайдукова Е.В., Голованова Е.Ю., Коваленко В.В.* Явление ненулевой нормы многолетних изменений суммарных влагозапасов речных бассейнов. – СПб.: Астерион, 2019. – 104 с. – Электронный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_0862b66382cc465baa33036cf4a133f4.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_0862b66382cc465baa33036cf4a133f4.pdf)
2. *Гайдукова Е.В., Диавара Х.* Долгосрочная оценка вероятностных распределений многолетнего годового испарения при изменении климата на примере Африканского континента. – СПб.: изд. РГГМУ, 2016. – 111 с. – Электронный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_edba76c696ec4d06b8ef2cc033f3f0fd.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_edba76c696ec4d06b8ef2cc033f3f0fd.pdf)
3. *Коваленко В.В.* Теория катастроф и эволюция дифференцируемых многообразий в частично инфинитной гидрологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 178 с.
4. *Коваленко В.В.* Нелокальная гидрология. – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 97 с. – Электронный

ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417152221.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417152221.pdf)

5. Коваленко В.В. Обеспечение устойчивости моделирования и прогнозирования речного стока методами частично инфинитной гидрологии. – СПб.: изд. РГГМУ, 2011. – 105 с. – Электронный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417153301.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417153301.pdf)

6. 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)

7. 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.

8. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Викторова Н.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть III. Частично инфинитное моделирование» (на базе языка C++). – СПб.: изд. РГГМУ, 2012. – 220 с.

**в) Программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows (48130165 21.02.2011)
2. Microsoft Office (49671955 01.02.2012)

**г) Интернет-ресурсы:**

1. Частично инфинитная гидрология  
<http://elib.rshu.ru>  
[http://eknigi.org/nauka\\_i\\_ucheba/150378-chastichno-infnitnaya-gidrologiya.html](http://eknigi.org/nauka_i_ucheba/150378-chastichno-infnitnaya-gidrologiya.html)
2. Двумерная плотность вероятности  
<http://www.mathanalysis.ru/0033-two-dimensional-random-variables.php>
3. Фрактальная диагностика временных рядов  
[http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures\\_time\\_series\\_analysis.pdf](http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf)

**д) Профессиональные базы данных:**

- Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>
- National Climate Data Center. Режим доступа: <http://www.ncdc.noaa.gov>
- National Geophysic Data Center. Режим доступа: <http://www.ngdc.noaa.gov>
- Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data. Режим доступа: <http://www.pangaea.de>

**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>

## 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>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 (семинарском) занятии.</p>
<b>Практические занятия</b>	<p>Внимательно слушать объяснения и рекомендации преподавателя о методах решения поставленной задачи, порядке выполнения работы.</p> <p>При оформлении задания 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
Постановка задачи частично инфинитного моделирования	<p>Образовательные технологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• интерактивное взаимодействие педагога и студента;</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 со студентом посредством электронной</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>• Электронная библиотека РГО</li> <li>• Государственная публичная</li> </ul>
Методология частично инфинитного моделирования		
Фрактальная диагностика речного стока		
Расширение фазового пространства модели формирования стока		

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
	информационно-образовательной среды <ul style="list-style-type: none"> <li>• использование профессиональных баз данных и информационно-справочных систем</li> </ul>	научно-техническая библиотека СО РАН <ul style="list-style-type: none"> <li>• Российская государственная библиотека</li> </ul> Профессиональные базы данных: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных</li> <li>• National Climate Data Center</li> <li>• National Geophysical Data Center.</li> <li>• Publishing Network for Geoscientific &amp; Environmental Data.</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 практического, семинарского типа** – 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, 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, укомплектованного: компьютерами, копировально-множительной техникой, мультимедиа оборудованием (переносные проектор, экран).

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования** Бюро гидрологических прогнозов – укомплектовано специализированной мебелью

## 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.