

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра Инженерной гидрологии

Рабочая программа дисциплины

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВОДОЕМАХ И  
ВОДОТОКАХ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):

**Океанология**


Уровень:

**Магистратура**

Форма обучения

**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_ Аверкиев А.С.

Председатель УМС

  
\_\_\_\_\_ И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета РГГМУ

24 июня 2021 г., протокол № 9

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

31 мая 2021 г., протокол № 20/21-10

Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Автор-разработчик:

  
\_\_\_\_\_ Гайдукова Е.В.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
учебный год без изменений\*

**Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ от \_\_.\_\_.20\_\_ №\_\_**

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
учебный год с изменениями (см. лист изменений)\*\*

**Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ от \_\_.\_\_.20\_\_ №\_\_**

\*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены  
изменения

\*\* Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены  
изменения

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины – подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю Океанология, знающих существующие подходы к моделированию и прогнозированию гидрологических процессов.

### Задачи:

- освоение качественно-количественным анализом для решения задач математического моделирования и обобщения полученных результатов;
- формирование естественно-научной сущности проблем, возникающих при математическом моделировании гидрологических процессов;
- изучение подходов решения задачи математического моделирования.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование природных процессов в водоемах и водотоках» для направления 05.04.05 – «Прикладная гидрометеорология», профиль – Океанология, относится к дисциплинам обязательной части.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика».

Параллельно с дисциплиной «Моделирование природных процессов в водоемах и водотоках» изучаются: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Философские проблемы естествознания», «Моделирование природных процессов», «Базы гидрометеорологических данных».

Дисциплина является основой для научно-исследовательской профессиональной деятельности.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2

Таблица 1.

### Общепрофессиональные компетенции

| Код и наименование общепрофессиональной компетенции   | Результаты обучения   |
|---|---|
| <b>ОПК-1.</b> Способен применять теоретические основы специальных и новых разделов в области наук о Земле при решении профессиональных задач                          | Знать: теоретические основы специальных и новых разделов в области наук о Земле<br>Уметь: применять при решении профессиональных задач теоретические основы специальных и новых разделов в области наук о Земле<br>Владеть: теоретическими основами специальных и новых разделов в области наук о Земле |
| <b>ОПК-2.</b> Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ | Знать: естественнонаучную сущность профессиональной деятельности<br>Уметь: выявлять естественнонаучную сущность   |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: качественно-количественным анализом для решения естественнонаучных проблем</p> |
|--|---|

**Общепрофессиональные компетенции**

| <b>Код и наименование общепрофессиональной компетенции</b> | <b>Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции</b>  | <b>Результаты обучения</b>   |
|--|---|--|
| ОПК-1.1  | Анализирует подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле.  | <p>Знать: подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле</p> <p>Уметь: анализировать подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле.</p> <p>Владеть: решениями проблем на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле.</p>  |
| ОПК-1.2  | Критически оценивает возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач. | <p>Знать: возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач.</p> <p>Уметь: критически оценивать возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач.</p> <p>Владеть: способами критической оценки возможных преимуществ и сложностей использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач.</p> |
| ОПК-1.3  | Аргументирует и реализует решение поставленной задачи на основе   | Знать: решение поставленной задачи на основе методов   |

|         |  |  |
|---------|--|--|
|         | методов специальных и новых разделов в области наук о Земле.   | специальных и новых разделов в области наук о Земле.<br>Уметь: реализовать решение поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле.<br>Владеть: аргументацией для решения поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле. |
| ОПК-2.1 | Формулирует естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.              | Знать: сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.<br>Уметь: формулировать естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.<br>Владеть: формулировками естественно-научной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.  |
| ОПК-2.2 | Использует качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи и обобщения полученных результатов. | Знать: качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи.<br>Уметь: использовать качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи.<br>Владеть: обобщением полученных результатов.   |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

| Объем дисциплины         | Всего часов          |                             |                        |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
|                          | Очная форма обучения | Очно-заочная форма обучения | Заочная форма обучения |
| <b>Объем дисциплины</b>  | <b>108</b>           | –                           | <b>108</b>             |
| <b>Контактная работа</b> | <b>42</b>            | –                           | <b>12</b>              |

|  |              |   |              |
|--|--------------|---|--------------|
| <b>обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b> |              |   |              |
| в том числе:   | -            | - | -            |
| лекции   | <b>28</b>    | - | <b>10</b>    |
| занятия семинарского типа:   |              |   |              |
| практические занятия   | <b>14</b>    | - | <b>2</b>     |
| лабораторные занятия   |              |   |              |
| <b>Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:</b>                               | <b>66</b>    | - | <b>96</b>    |
| в том числе:   | -            | - | -            |
| курсовая работа  | -            |   | -            |
| контрольная работа   | -            |   | -            |
| <b>Вид промежуточной аттестации</b>  | <b>зачет</b> | - | <b>зачет</b> |

## 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

| №            | Раздел дисциплины   | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |                      |           | Формы текущего контроля успеваемости            | Формируемые компетенции | Индикаторы достижения компетенций |
|--------------|---|---------|--|----------------------|-----------|---|-------------------------|-----------------------------------|
|              |   |         | Лекции   | Практические занятия | СРС       |   |                         |                                   |
| 1            | Гидрология суши (введение)                                  | 3       | 4  | 2                    | 10        | Контрольный опрос, расчетно-графическое задание | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.3                           |
| 2            | Динамическое моделирование гидрологических процессов        | 3       | 8  | 4                    | 18        | Контрольный опрос, расчетно-графическое задание | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.3                           |
| 3            | Стохастическое моделирование гидрологических процессов      | 3       | 8  | 4                    | 18        | Контрольный опрос, расчетно-графическое задание | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.2                           |
| 4            | Частично инфинитное моделирование гидрологических процессов | 3       | 8  | 4                    | 20        | Контрольный опрос, расчетно-графическое задание | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2         |
| <b>ИТОГО</b> |   | -       | <b>28</b>  | <b>14</b>            | <b>66</b> | -   | -                       | -                                 |

Таблица 4.

## Структура дисциплины для заочной формы обучения

| № | Раздел дисциплины   | Год | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. |                      |           | Формы текущего контроля успеваемости            | Формируемые компетенции | Индикаторы достижения компетенций |
|---|---|-----|--|----------------------|-----------|---|-------------------------|-----------------------------------|
|   |   |     | Лекции   | Практические занятия | СРС       |   |                         |                                   |
| 1 | Гидрология суши (введение)                                  | 3   | 2  | –                    | 12        | Контрольный опрос                               | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.3                           |
| 2 | Динамическое моделирование гидрологических процессов        | 3   | 2  | 0,6                  | 28        | Контрольный опрос                               | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.3                           |
| 3 | Стохастическое моделирование гидрологических процессов      | 3   | 3  | 0,6                  | 28        | Контрольный опрос, расчетно-графическое задание | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.2                           |
| 4 | Частично инфинитное моделирование гидрологических процессов | 3   | 3  | 0,8                  | 20        | Контрольный опрос                               | ОПК-1, ОПК-2            | ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2         |
|   | <b>ИТОГО</b>  | -   | <b>10</b>  | <b>2</b>             | <b>96</b> | -   | -                       | -                                 |

**4.3. Содержание разделов дисциплины****4.3.1. Гидрология суши (введение)**

Гидрологические понятия (водосбор реки, речной бассейн, водоем, уклон, подстилающая поверхность, интенсивность и др.). Основы гидравлики. Основы гидрометрии. Основы гидрологических прогнозов.

**4.3.2. Динамическое моделирование гидрологических процессов**

Введение. Общие вопросы моделирования. Динамические модели основных звеньев гидрологического цикла. Численная реализация моделей с распределенными и сосредоточенными параметрами.

**4.3.3. Стохастическое моделирование гидрологических процессов**

Стохастические модели гидрологических процессов. Идентификация моделей. Пути практического применения стохастического моделирования гидрологических процессов. Алгоритмы развития гидрологических процессов.

**4.3.4. Частично инфинитное моделирование гидрологических процессов**

Постановка задачи частично инфинитного моделирования. Методология частично инфинитного моделирования. Фрактальная диагностика речного стока. Расширение фазового пространства модели формирования стока.



#### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

| № темы дисциплины | Тематика практических занятий  | Всего часов | В том числе часов практической подготовки |
|-------------------|--|-------------|---|
| 1                 | Оценка эффективности прогностической методики                                | 2           | 10  |
| 2                 | Стыковка гидрологических звеньев при моделировании гидрологических процессов | 4           | 18  |
| 3                 | Решение стохастической математической модели                                 | 4           | 18  |
| 4                 | Расширение фазового пространства модели                                      | 4           | 20  |

Таблица 6.

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

| № темы дисциплины | Тематика практических занятий  | Всего часов | В том числе часов практической подготовки |
|-------------------|--|-------------|---|
| 1                 | Стыковка гидрологических звеньев при моделировании гидрологических процессов | 0,6         | 28  |
| 2                 | Решение стохастической математической модели                                 | 0,6         | 28  |
| 3                 | Расширение фазового пространства модели                                      | 0,8         | 20  |

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

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.

#### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 20.

#### 6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

## 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

Форма проведения зачета: тестирование.

**Перечень вопросов для подготовки к зачету:**

### ОПК-1.3

1. Гидрологические понятия (водосбор реки, речной бассейн, водоем, уклон, подстилающая поверхность, интенсивность и др.).
2. Основы гидравлики.
3. Основы гидрометрии.
4. Основы гидрологических прогнозов.

### ОПК-1.3

5. Общие вопросы моделирования.
6. Динамические модели основных звеньев гидрологического цикла.
7. Численная реализация моделей с распределенными и сосредоточенными параметрами.

### ОПК-1.2

8. Стохастические модели гидрологических процессов.
9. Идентификация моделей.
10. Пути практического применения стохастического моделирования гидрологических процессов
11. Алгоритмы развития гидрологических процессов.

### ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2

12. Постановка задачи частично инфинитного моделирования.
13. Методология частично инфинитного моделирования.
14. Фрактальная диагностика речного стока.
15. Расширение фазового пространства модели формирования стока.

**Перечень практических заданий к зачету:**

### ОПК-1.3

1. Оценка эффективности прогностической методики
2. Стыковка гидрологических звеньев при моделировании гидрологических процессов

### ОПК-1.2

3. Решение стохастической математической модели
4. Расширение фазового пространства модели

### ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2

## 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы

| <b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b> | <b>Баллы</b> |
|--|--------------|
| Посещение лекционных занятий                         | 0–10         |
| Выполнение практической работы 1                     | 0–10         |
| Выполнение практической работы 2                     | 0–20         |
| Выполнение практической работы 3                     | 0–20         |
| Выполнение практической работы 4                     | 0–20         |
| Промежуточная аттестация                             | 0–20         |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>0–100</b> |

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 70 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

| Оценка    | Баллы  |
|-----------|--------|
| Зачтено   | 70-100 |
| Незачтено | 0-69   |

## 7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Моделирование природных процессов в водоемах и водотоках».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная литература

1. Гайдукова Е.В., Диавара Х. Моделирование природных процессов. Конспект лекций. – СПб.: изд. РГГМУ, 2019. – 76 с.
2. Коваленко В.В., Викторова Н.В., Гайдукова Е.В. Моделирование гидрологических процессов. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006. – 559 с.

#### Дополнительная литература

1. 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)
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. 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.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Частично инфинитная гидрология  
<http://elib.rshu.ru>  
[http://eknigi.org/nauka\\_i\\_ucheba/150378-chastichno-infinitnaya-gidrologiya.html](http://eknigi.org/nauka_i_ucheba/150378-chastichno-infinitnaya-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)

### 8.3. Перечень программного обеспечения

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

### 8.4. Перечень информационных справочных систем

1. ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
3. ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
4. ЭБС «Перспект Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>

5. Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
6. Электронная библиотека РГО. Режим доступа: <http://lib.rgo.ru/dsweb/HomePage>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. Режим доступа: <http://www.spsl.nsc.ru>

#### 8.5. Перечень профессиональных баз данных

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

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

**Учебная аудитории 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 аудитории 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.

## **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.