Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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):
Прикладная метеорология

Уровень:
Магистратура

Форма обучения
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
_____ **Смышляев С.П.**

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.**

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю Прикладная метеорология, 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 – Прикладная метеорология, 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, ОПК-2

Таблица 1.

Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	**Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции**	**Результаты обучения**
ОПК-1. Способен применять теоретические основы специальных и новых разделов в области наук о Земле при решении профессиональных задач	**ОПК-1.1.** Анализирует подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле.	*Знать*: подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле *Уметь*: анализировать подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле. *Владеть*: решениями проблем на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле.

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять теоретические основы специальных и новых разделов в области наук о Земле при решении профессиональных задач	**ОПК-1.2.** Критически оценивает возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач.	*Знать*: возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач. *Уметь*: критически оценивать возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач. *Владеть*: способами критической оценки возможных преимуществ и сложностей использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач.
	ОПК-1.3. Аргументирует и реализует решение поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле.	*Знать*: решение поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле. *Уметь*: реализовать решение поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле. *Владеть*: аргументацией для решения поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле.
ОПК-2. Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ	**ОПК-2.1.** Формулирует естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	*Знать*: сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. *Уметь*: формулировать естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. *Владеть*: формулировками естественно-научную сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.
ОПК-2. Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем,	**ОПК-2.2.** Использует качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи и обобщения полученных	*Знать*: качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи. *Уметь*: использовать

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ	результатов.	качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи. *Владеть*: обобщением полученных результатов.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	**108**	**108**
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**42**	**12**
в том числе:	**-**	**-**
лекции	**28**	**10**
занятия семинарского типа:		
практические занятия	**14**	**2**
лабораторные занятия		
Самостоятельная работа (далее – СРС) – **всего:**	**66**	**96**
в том числе:	**-**	**-**
курсовая работа	–	–
контрольная работа	–	–
Вид промежуточной аттестации	**зачет**	**зачет**

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
	ИТОГО	**-**	**28**	**14**	**66**	**-**	**-**	**-**

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	2	28	Контрольный опрос	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.3
3	Стохастическое моделирование гидрологических процессов	3	3		28	Контрольный опрос, расчетно-графическое задание	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2
4	Частично инфинитное моделирование гидрологических процессов	3	3		20	Контрольный опрос	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.1; ОПК-2.1; ОПК-2.2
	ИТОГО	**-**	**10**	**2**	**96**	**-**	**-**	**-**

4.3. Содержание разделов дисциплины

1. Гидрология суши (введение)

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

2. Динамическое моделирование гидрологических процессов

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

3. Стохастическое моделирование гидрологических процессов

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

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	-
2	Стыковка гидрологических звеньев при моделировании гидрологических процессов	4	-
3	Решение стохастической математической модели	4	-
4	Расширение фазового пространства модели	4	-

Таблица 6.

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Стыковка гидрологических звеньев при моделировании гидрологических процессов	2	-
3	Решение стохастической математической модели		-
4	Расширение фазового пространства модели		-

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.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	**Баллы**
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
ИТОГО	**0–100**

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 рекомендации 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

2. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В. Практикум по дисциплине «Моделирование гидрологических процессов. Часть I. Динамические модели» (на базе языка С++). – СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 150 с. – Электронный ресурс: 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 С++). – 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 С++). – 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
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

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 «Проспект 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.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры инженерной гидрологии от 20.06.2023 № 22/23-11

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 для зачной формы обучения без изменений.

Протокол заседание кафедры инженерной гидрологии от 28.08.2024 № 1

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 для заочной формы обучения без изменений.

Протокол заседание кафедры инженерной гидрологии от 01.07.2025 № 12