



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра гидрологии и природопользования



УТВЕРЖДАЮ

С.Ж. Воложнина

«18» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) Б1.В.03 «Моделирование гидрометеорологических процессов и переноса примесей»

Направление подготовки 05.04.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль) подготовки Информационные технологии в гидрометеорологии

Квалификация выпускника - магистр
Форма обучения заочная

Согласовано с УМК географического факультета

Протокол № 6 от «18» июня 2021 г.
Председатель С.Ж. Воложнина

Рекомендовано кафедрой гидрологии и природопользования:
Протокол № 12 От «05» июня 2021 г.

Зав. кафедрой А.В. Аргучинцева

Иркутск 2021г.

Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
4.3 Содержание учебного материала	10
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	14
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	14
а) перечень литературы	14
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	14
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	15
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	15
6.2. Программное обеспечение	15
6.3. Технические и электронные средства обучения	15
VII. Образовательные технологии	15
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	16

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Цели: сформировать основы знаний по математическому моделированию гидрометеорологических процессов и переноса примесей в атмосфере и гидросфере; научить умению описывать физические процессы, происходящие в атмосфере и прилегающем деятельном слое подстилающей поверхности, в виде уравнений, анализировать и наглядно представлять полученные результаты, делать обоснованные выводы.

Задачи: дисциплина направлена на решение научно-исследовательского и организационно-управленческого типов задач, а именно «организация и проведение научно-исследовательских работ в области гидрометеорологии в вузах и профильных организациях под руководством квалифицированных научных сотрудников» и «осуществление работ в рамках проведения оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов рыбохозяйственного значения» соответственно, что возможно посредством:

- изучения возможности моделирования и его задачи для целей диагностики и прогноза;
- изучения уравнения движения жидких и газообразных сред, а также уравнения переноса примеси, их физически обоснованные упрощения и приёмы замыкания, , ставить начальные и граничные условия;
- изучения основных численных методов решения уравнений гидротермодинамики и уравнений переноса и турбулентной диффузии в атмосфере и гидросфере;
- получения навыка интерпретации полученных результатов и представления их для наглядности в графическом редакторе;
- изучения различных подходов к моделированию и получения навыка оценки положительных и отрицательных возможностей различных моделей.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Моделирование гидрометеорологических процессов и переноса примесей» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.О.04 «Информационное обеспечение гидрометеорологической деятельности»;

Б1.В.01 «Работа с базами данных и статистический анализ в гидрометеорологии»;

Б1.В7ДВ.01.02 «Компьютерные технологии в гидрометеорологии».

Таким образом, совокупность разделов, включенных в программу дисциплины «Моделирование гидрометеорологических процессов и переноса примесей», представляет собой важный этап единой системы подготовки бакалавров по профилю экологической безопасности и управления природопользованием. Успешное освоение материала данной дисциплины возможно при условии овладения студентами фундаментальными знаниями в рамках курса указанных выше дисциплин.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Б1.О.08 «Программные средства анализа гидрометеорологической информации»

Б1.В.04 «Взаимодействие атмосферы и океана»

Б1.В.05 «Гидрологическое прогнозирование для управления водными ресурсами»

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология»:

Б-ПК-2-н – способен использовать теоретические знания и современные методы гидрометеорологических исследований при решении научно-исследовательских задач;

Б-ПК-6-оп – способен проводить анализ данных мониторинга о состоянии атмосферного воздуха и поверхностных вод суши, анализировать результаты численных моделей переноса примесей, производить оценку соответствия качества воды нормативам для водных объектов рыбохозяйственного значения.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>Б-ПК-2-н</i> способен использовать теоретические знания и современные методы гидрометеорологических исследований при решении научно-исследовательских задач	<i>Б-ПК-2.2</i> Определяет методы сбора и анализа гидрометеорологической информации в рамках поставленной цели и задач научного исследования	<i>Знать:</i> - современные методы обработки и интерпретации гидрометеорологической информации; <i>Уметь:</i> - разрабатывать модели, диагностирующие и прогнозирующие процессы в атмо- и гидросфере

<p><i>Б-ПК-6-оп</i></p> <p>Способен проводить анализ данных мониторинга о состоянии атмосферного воздуха и поверхностных вод суши, анализировать результаты численных моделей переноса примесей, производить оценку соответствия качества воды нормативам для водных объектов рыбохозяйственного значения</p>	<p><i>Б-ПК-6.1</i></p> <p>Выполняет обобщение и анализ данных мониторинга и численного моделирования о состоянии параметров окружающей среды, участвует в оценке соответствия качества воды нормативам для водных объектов рыбохозяйственного значения</p>	<p><i>Владеть:</i></p> <p>- владеть современными вычислительными средствами.</p>
---	--	--

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 108 часа,
в том числе 0,9 зачетных единиц

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	Введение	2	7		2	4	1	10	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
2	Раздел 1. Уравнения движения сред в различных координатных системах и обусловленность их введения	2	7		4	8	1	18	Отчет по практической работе; Отчет по

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
									самостоятельной работе
3	Раздел 2. Проблемы замыкания систем уравнений	2	7		4	8	1	18	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
4	Раздел 3. Дискретизация непрерывных уравнений модели	2	9		4	8	1	18	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
5	Раздел 4. Современные мезомасштабные модели, используемые в Гидрометцентрах мира	2	11		4	8	1	18	Отчет по практической работе; Отчет по самостоятельной работе
	Контроль самостоятельной работы	2	2						

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися	Самостоя тельная работа		
	Промежуточная аттестация	31						Экзамен
	Итого часов		108		18	36	5	82

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2	Введение	Работа с литературой	В течение семестра	10	Отчет	ДЛ**-4-5
2	Раздел 1. Уравнения движения сред в различных координатных системах и обусловленность их введения	Работа с литературой	В течение семестра	18	Отчет	ОЛ*-1-4 ДЛ – 2-5
2	Раздел 2. Проблемы замыкания систем уравнений	Работа с литературой	В течение семестра	18	Отчет	ОЛ-3,7,8
2	Раздел 3. Дискретизация непрерывных уравнений модели	Работа с литературой	В течение семестра	18	Отчет	ОЛ – 1-4 ДЛ - 3
2	Раздел 4. Современные мезомасштабные модели, используемые в Гидрометцентрах мира	Работа с литературой	В течение семестра	18	Отчет	ОЛ – 1-5 ДЛ – 6,8
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				82		

4.3 Содержание учебного материала

Введение

1. Необходимость разработки и использования математических моделей в задачах диагностики и прогноза.
2. Масштабы атмосферных и гидрологических процессов
3. Критерии подобия и необходимость их введения
4. Динамические и термические причины возникновения турбулентности и возможности её описания для равновесных и неравновесных условий среды

Раздел 1. Уравнения движения сред в различных координатных системах и обусловленность их введения

- 1.1 Уравнения движения и переноса субстанций в декартовых координатах
- 1.2 Уравнения движения в изобарических координатах
- 1.3 Уравнения движения в сферических координатах
- 1.4 Условия статики, квазистатики, негидростатичности в моделях: возможности, преимущества, недостатки

Раздел 2. Проблемы замыкания систем уравнений

- 2.1 Постановка начальных и граничных условий
- 2.2 Несжимаемость, баротропность, брэнглинность среды
- 2.3 Замыкание систем уравнений для различных сред
- 2.4 Приёмы использования параметризации и её обоснованность

Раздел 3. Дискретизация непрерывных уравнений модели

- 3.1. Сетки моделей, их классификации по пространству (Аракавы, Лоренца и др.)
- 3.2 Конечно-разностная аппроксимация, явные и неявные схемы
- 3.3 Численные методы решения (например, вариант метода расщепления по быстрым и медленным модам)

Раздел 4. Современные мезомасштабные модели, используемые в Гидрометцентрах мира

- 4.1 COSMO-RU (с различными масштабами)
- 4.2 WRF-ARW
- 4.3 Метод ансамбля для оценки качества расчётов

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции* (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	Крупно-, мезо- (α, β, γ), микромасштабные процессы. Примеры Безразмерные комплексы в динамике дозвуковых потоков – числа Рейнольдса, Фруда, Струхалия. Производные коэффициенты: Россби, Прандтля, Брейта-Вяйсяля и др. Различные	4		Расчетно-графическая работа	Б-ПК-2-н Б-ПК-2.2 Б-ПК-6-оп Б-ПК-6.1

		современные подходы к определению коэффициентов турбулентности				
2	1. Уравнения движения сред в различных координатных системах и обусловленность их введения	<p>Виды уравнений движения для несжимаемой и сжимаемой жидкости в декартовых координатах. Примеры их физического описания. Упрощения. Изобарическая система координат, её обусловленность введения. Примеры преобразований</p> <p>Сферическая система координат. Географическая система координат со смещённым полюсом. Её преимущества</p> <p>Условия статики, квазистатики, негидростатичности в моделях: возможности, преимущества, недостатки</p>	8		Расчет но-графическая работа	<p>Б-ПК-2-н <i>Б-ПК-2.2</i></p> <p>Б-ПК-6-оп <i>Б-ПК-6.1</i></p>
3	2. Проблемы замыкания систем уравнений	<p>Постановка начальных и граничных условий</p> <p>Несжимаемость, баротропность, бароклинность среды</p> <p>Уравнения замыкания для учёта бароклинности среды</p> <p>Приёмы параметризации и их обоснованность</p>	8		Расчет но-графическая работа	<p>Б-ПК-2-н <i>Б-ПК-2.2</i></p> <p>Б-ПК-6-оп <i>Б-ПК-6.1</i></p>
4	3. Дискретизация непрерывных уравнений модели	<p>Сетки моделей, их классификации по пространству (Аракавы, Лоренца и др.)</p> <p>Конечно-разностная аппроксимация, явные и неявные схемы</p> <p>Численные методы решения (например,</p>	8		Расчет но-графическая работа	<p>Б-ПК-2-н <i>Б-ПК-2.2</i></p> <p>Б-ПК-6-оп <i>Б-ПК-6.1</i></p>

		вариант метода расщепления по быстрым и медленным модам)				
5	4. Современные мезомасштабные модели, используемые в Гидрометцентрах мира	COSMO-RU (с различными масштабами) WRF-ARW с различными возможностями параметризации	8		Расчетно-графическая работа	Б-ПК-2-н <i>Б-ПК-2.2</i> Б-ПК-6-оп <i>Б-ПК-6.1</i>

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Введение	Самостоятельная работа на дом. Способы измерения и расчёта турбулентности: структурный, теплобалансовый, полуэмпирический (для равновесных и неравновесных условий). Функция Ричардсона	Б-ПК-2-н Б-ПК-6-оп	<i>Б-ПК-2.2</i> <i>Б-ПК-6.1</i>
2	Раздел 1	Самостоятельная работа на дом. Предложенные преподавателем уравнения в недивергентном виде записать в дивергентном. Объяснить необходимость такой записи и условия, налагаемые на процессы.	Б-ПК-2-н Б-ПК-6-оп	<i>Б-ПК-2.2</i> <i>Б-ПК-6.1</i>
3	Раздел 2	а) Изучить самостоятельно: что такое параметризация в уравнениях, привести примеры её использования для уравнений движения и	Б-ПК-2-н Б-ПК-6-оп	<i>Б-ПК-2.2</i> <i>Б-ПК-6.1</i>

		<p>переноса субстанций</p> <p>б) Самостоятельная работа на дом. Для различных дифференциальных уравнений, описывающих мезомасштабные процессы в атмо- и гидросфере (задаются преподавателем) определить виды дополнительных условий и их количество</p>		
4	Раздел 3	<p>а) Изучить самостоятельно: в чём суть метода расщепления и его разделения на физические и геометрические процессы</p> <p>б) Самостоятельная работа на дом. Для одномерного нестационарного уравнения распространения тепла установить дополнительные условия, записать конечно-разностную явную схему, провести расчеты для 10 точек по пространству на пяти слоях</p>	<p>Б-ПК-2-н Б-ПК-6-оп</p>	<p><i>Б-ПК-2.2</i> <i>Б-ПК-6.1</i></p>
5	Раздел 4	<p>а) Контрольная работа по пройденному материалу. Задаётся преподавателем индивидуально каждому студенту</p> <p>б) Самостоятельное изучение темы. Общность и различие между мезомасштабными моделями гидрометцентров мира</p>	<p>Б-ПК-2-н Б-ПК-6-оп</p>	<p><i>Б-ПК-2.2</i> <i>Б-ПК-6.1</i></p>

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы

студентов

Методические указания по организации самостоятельной работы, с подробным описанием каждого задания, представленного в таблице 4.3.2, размещены в ЭИОС по соответствующей дисциплине «Моделирование гидрометеорологических процессов и переноса примесей». Код доступа: 9ht8xc.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы

Основная:

1. Аргучинцев В.К., Аргучинцева А.В., Бат-Эрдэнэ Ариунсанаа. Математическое моделирование пространственного распределения загрязняющих веществ в атмосфере и гидросфере Монголии [Электронный ресурс]: научное издание / В. К. Аргучинцев, А.В., - ЭВК. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-1093-7.
2. Аргучинцева А.В., Аргучинцев В.К. Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2015. – 133 с.
3. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы /Л.: Гидрометеоиздат, 1975. - 448 с.
4. Моделирование и управление процессами регионального развития /Аргучинцева А.В., Аргучинцев В.К., Батулин В.А. и др. М.: Физматлит, 2001. - 431 с.

Дополнительная:

1. Бундель А.Ю., Кирсанов А.А., Муравьев А.В., Ривин Г.С., Розинкина И.А., Багров А.Н., Блинов Д.В., Финкельберг Е., Астахова Е.Д. Верификация прогнозов по мезомасштабной модели COSMO-Ru, Звенигород, 2017. 27 с.
2. Вельтищев Н.Ф. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование. Сборник лекций. Пособие для самостоятельной работы студентов. ВМО, 1988. - № 701. – 136 с.
3. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982. – 319 с.
4. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. М.: "Наука", главная редакция физико-математической литературы, 1965.- 640 с.
http://scask.ru/n_book_s_gidro.php
5. Наац В. И., Наац И.Э. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы. Монография. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 330 с. - Режим доступа: ЭБС "Руконт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9221-1160-7.
6. Ривин Г.С., Розинкина И.А., Багров А.Н., Блинов Д.В. Мезомасштабная модель COSMO-Ru07 и результаты её оперативных испытаний
<http://method.meteor.ru/publ/sb/sb39/rivin.pdf>
7. Юдович, В. И. Математические модели естественных наук [Электронный ресурс]. Москва : Лань, 2011. - 335 с. : ил. ; 21 см. - (Учебники для вузов : специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - Библиогр.: с. 327-329. - ISBN 978-5-8114-1118-4.

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://www2.acom.ucar.edu/wrf-chem> - Atmospheric Chemistry Observations and Modeling
2. <https://www.arl.noaa.gov/hysplit/> - Air Resources Laboratory
3. <https://www.epa.gov/waterdata/surface-water-quality-modeling-training> - Surface Water Quality Modeling Training

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Лекционные занятия проходят в аудитории на 30 посадочных мест с мультимедийным оборудованием и учебной мебелью.

Практические занятия, требующие использование персональных компьютеров проходят в компьютерном классе на 14 посадочных мест.

6.2. Программное обеспечение:

Для выполнения практических работ используются расчетные модули, находящиеся в открытом доступе, в частности, те, которые представлены в списке баз данных.

6.3. Технические и электронные средства:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации с применением мультимедийного оборудования.

Персональные компьютеры для выполнения практических и самостоятельных работ.

По каждой теме дисциплины подготовлены презентации, размещенные в открытом доступе в ЭИОС.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по проходимым темам.

Проектная технология: организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

Проблемное обучение: стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

Контекстное обучение: мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

Обучение на основе опыта: активизация познавательной деятельности студента проводится за счет ассоциации и собственного опыта.

Обучение критическому мышлению: построение занятия по определенному алгоритму – последовательно, в соответствии с тремя фазами: вызов, осмысление и рефлексия. Цель данной образовательной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только при изучении учебных предметов, но и в обычной жизни, и в профессиональной деятельности (умение принимать взвешенные решения, работать с информацией и др.).

Станционное обучение: организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Введение	Лекция/Практическая работа	Информационные технологии	2
2	Раздел 1. Уравнения движения сред в различных координатных системах и обусловленность их введения	Лекция	Информационные технологии	4
3	Раздел 2. Проблемы замыкания систем уравнений	Лекция	Информационные технологии	4
4	Раздел 3. Дискретизация непрерывных уравнений модели	Лекция	Информационные технологии	4
5	Раздел 4. Современные мезомасштабные модели, используемые в Гидрометцентрах мира	Лекция	Информационные технологии	4
Итого часов				18

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1 Оценочные материалы (ОМ):

Оценочные материалы для входного контроля – не предусмотрены.

Оценочные материалы текущего контроля

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
Введение	Знает необходимость разработки и использования математических	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и	Б-ПК-2-н Б-ПК-2.2 Б-ПК-6-оп

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
	<p>моделей в задачах диагностики и прогноза.</p> <p>Масштабы атмосферных и гидрологических процессов</p> <p>Критерии подобия и необходимость их введения</p> <p>Динамические и термические причины возникновения турбулентности и возможности её описания для равновесных и неравновесных условий среды</p>	<p>самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».</p>	<p><i>Б-ПК-6.1</i></p>
<p>Раздел 1. Уравнения движения сред в различных координатных системах и обусловленность их введения</p>	<p>Знает, умеет выводить и применять уравнения движения и переноса субстанций в декартовых координатах</p> <p>Уравнения движения в изобарических координатах</p> <p>Уравнения движения в сферических координатах</p> <p>Условия статики, квазистатики, негидростатичности в моделях: возможности, преимущества, недостатки</p>	<p>Владеет материалом данного раздела.</p> <p>Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».</p>	<p><i>Б-ПК-2-н</i> <i>Б-ПК-2.2</i></p> <p><i>Б-ПК-6-оп</i> <i>Б-ПК-6.1</i></p>
<p>Раздел 2. Проблемы замыкания систем уравнений</p>	<p>Умеет ставить начальные и граничные условия.</p> <p>Владеет понятиями несжимаемость, баротропность, брочлиность среды</p> <p>Замыкание систем уравнений для различных сред</p>	<p>Владеет материалом данного раздела.</p> <p>Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».</p>	<p><i>Б-ПК-2-н</i> <i>Б-ПК-2.2</i></p> <p><i>Б-ПК-6-оп</i> <i>Б-ПК-6.1</i></p>

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
	Приёмы использования параметризации и её обоснованность		
Раздел 3. Дискретизация непрерывных уравнений модели	Знает сетки моделей, их классификации по пространству (Аракавы, Лоренца и др.) Конечно-разностная аппроксимация, явные и неявные схемы Численные методы решения (например, вариант метода расщепления по быстрым и медленным модам)	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	Б-ПК-2-н Б-ПК-2.2 Б-ПК-6-оп Б-ПК-6.1
Раздел 4. Современные мезомасштабные модели, используемые в Гидрометцентрах мира	Знает современные модели и способен. Выполнять работы с их применением COSMO-RU (с различными масштабами) WRF-ARW Метод ансамбля для оценки качества расчётов	Владеет материалом данного раздела. Выполнил практическую и самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	Б-ПК-2-н Б-ПК-2.2 Б-ПК-6-оп Б-ПК-6.1

Текущий контроль в виде проверки отчета по практической или самостоятельной работе, предполагает следующие варианты оценивания:

Оценка выполнения практических (самостоятельных) работ. Отметка "отлично" ставится, если студент:

- 1) правильно определил цель задания;
- 2) выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений или расчетов;
- 3) самостоятельно и рационально выбрал для работы необходимые методы, все измерения выполнил в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью;
- 4) научно грамотно, логично описал результаты и сформулировал выводы. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы;
- 5) проявляет организационно-трудовые умения;
- 7) измерения осуществляет по плану с учетом правил работы с оборудованием.

Отметка "хорошо" ставится, если студент выполнил требования к оценке "отлично", но:

1) измерения проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений;

2) или было допущено два-три недочета;

3) или измерения/расчет проведен не полностью;

5) или в описании результатов допустил неточности, выводы сделал неполные.

Отметка "удовлетворительно" ставится, если студент:

1) правильно определил цель задания; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;

2) или подбор материалов, методов работы по началу опыта провел с помощью преподавателя; или в ходе проведения измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов;

3) измерения/расчет проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; или в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, и т.д.) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения;

4) допускает грубую ошибку в ходе измерения/расчета (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил при работе с приборами), которая исправляется по требованию преподавателя.

Отметка "неудовлетворительно" ставится, если студент:

1) не определил самостоятельно цель задания; выполнил работу не полностью, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

2) или измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно;

3) или в ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "удовлетворительно";

4) допускает две (и более) грубые ошибки в ходе измерений/расчетов, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил работы с приборами, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену:

1. Уравнение переноса сохраняющейся примеси в недивергентном и дивергентном видах. Его решение.
2. Уравнение переноса распадающейся примеси. Возможности получения его аналитического решения.
3. Уравнение переноса распадающейся и поступающей примеси. Возможности получения его аналитического решения.
4. Усредненное по Рейнольдсу уравнение переноса и турбулентной диффузии примеси.
5. Возможности получения аналитических решений. Их недостатки и положительные стороны.
6. Начальные и граничные условия. Типы краевых задач. Корректность постановки задач.
7. Конечно-разностная аппроксимация производных. Аппроксимация «вперед» первых производных методом Тейлора (вывод).
8. Конечно-разностная аппроксимация производных. Аппроксимация «назад» первых производных методом Тейлора (вывод).
9. Конечно-разностная аппроксимация производных. Аппроксимация «центральными разностями» первых производных методом Тейлора (вывод).
10. Конечно-разностная аппроксимация производных. Аппроксимация вторых производных методом Тейлора (вывод).

11. Конечно-разностная аппроксимация производных. Полиномиальная аппроксимация (вывод).
12. Явные и неявные конечно-разностные схемы.

Разработчики:



(подпись)

доцент
(занимаемая должность)

А.В. Ахтиманкина
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры гидрологии и природопользования
(наименование)
«05» июня 2021 г. Протокол №12

Зав. Кафедрой  Аргучинцева А.В.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2022/2023 учебный год**

Изменений в рабочей программе дисциплины на 2022/2023 учебный год нет.

Декан географического факультета



Вологжина С.Ж.