

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии, экологии и природопользования»

Рабочая программа по дисциплине

ДИНАМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

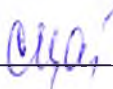
Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Квалификация:
Бакалавр

Форма обучения
Очная, заочная

Год поступления 2021

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная гидрометеорология»

 Цай С.Н.

Утверждаю
Директор филиала ФГБОУ
ВО «РГГМУ» в г. Туапсе _____ Олейников С.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
20 июня 2023 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Цай С.Н.

Авторы-разработчики:
_____ Дымов-Иванов В.В.

Туапсе 2023

Рассмотрена и рекомендована к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры № 4 от 20 июня 2023 г

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 – сформировать и конкретизировать знания об основных законах сохранения в сплошных средах и их применению к динамике атмосферы, ознакомление с теорией движения атмосферы Земли, основанной на законах сохранения, а также использованию полученной информации в профессиональной деятельности.

Задачи:

- изучение динамических процессов, протекающих в атмосфере;
- изучение теоретических основ математического моделирования различных циркуляционных процессов;
- изучение основных принципов численного (гидродинамического) прогноза погоды.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Динамическая метеорология» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 рабочего учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 05.03.05 – «Прикладная гидрометеорология», профиль подготовки «Прикладная метеорология».

Дисциплина «Динамическая метеорология» изучается во 5 семестре очной формы обучения и на 4 курсе заочной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Математика», «Введение в химию атмосферы», «Физика атмосферы», «Гидромеханика».

Дисциплина является базовой для дисциплин: «Теория климата», «Гидродинамическое моделирование атмосферных процессов», «Численные методы решения гидрометеорологических задач», «Линейная теория атмосферных волн».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Динамическая метеорология» могут быть использованы при написании научно-исследовательской работы, при проведении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ПК-2.

Таблица 1.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен анализировать явления и процессы природной среды, выявлять их закономерности.	ПК-2.2. Выявляет закономерности и аномалии происходящих процессов в природной среде	<i>Знать:</i> - Основные принципы гидродинамики и термодинамики, применяемые в метеорологии; <i>Уметь:</i> - Обрабатывать и анализировать экспериментальные данные динамических параметров

		атмосферы <i>Владеть:</i> - Методами гидродинамического анализа динамических процессов в атмосфере.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	2021 года набора	
Общая трудоёмкость дисциплины	144 часа	144 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	56	16
в том числе:		
лекции	28	8
практические занятия	28	8
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	88	128
в том числе:		
курсовая работа	18	24
контрольная работа	-	+
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема 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	Кинематика и динамика	5	10	10	24	Контрольное расчётное задание,	ПК-2	ПК-2.2.

	сжимаемой жидкости. Уравнения гидротермодинамики для турбулентной среды. Масштабный анализ и упрощения уравнений гидротермодинамики.					опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания		
2	Квазигеострофическая теория.. Пограничные слои в атмосфере. Основные формы и преобразования энергии в атмосфере.	5	10	10	23	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2	ПК-2.2.
3	Волновые движения в атмосфере. Бароклинная неустойчивость. Атмосферные фронты.	5	8	8	23	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2	ПК-2.2.
	Курсовая работа	5			18	Защита курсовой работы	ПК-2	ПК-2.2.
	ИТОГО	-	28	28	88	-	-	-

Таблица 4

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.	Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
---	--------------------------	------	--	--------------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Кинематика и динамика сжимаемой жидкости. Уравнения гидротермодинамики для турбулентной среды. Масштабный анализ и упрощения уравнений гидротермодинамики.	4	3	3	35	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2	ПК-2.2.
2	Квазигеострофическая теория. Пограничные слои в атмосфере. Основные формы и преобразования энергии в атмосфере.	4	3	3	35	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2	ПК-2.2.
3	Волновые движения в атмосфере. Бароклинная неустойчивость. Атмосферные фронты.	4	2	2	34	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2	ПК-2.2.
	Курсовая работа	5			24	Защита курсовой работы	ПК-2	ПК-2.2.
	ИТОГО	-	8	28	128	-	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

4.3.1. Кинематика и динамика сжимаемой жидкости. Уравнения гидротермодинамики для турбулентной среды. Масштабный анализ и упрощения уравнений гидротермодинамики.

Некоторые сведения из векторного исчисления. Основные операторы, используемые в динамической метеорологии: градиент, дивергенция, завихренность, оператор Лапласа. Некоторые сведения о кинематике жидкости: система координат, траектории движения частиц жидкости, переменные Эйлера и Лагранжа.

Уравнения гидротермодинамики для турбулентной среды. Турбулентный характер атмосферных движений и его математическое описание. Осреднение уравнений движения, притоков тепла и влаги и баланса примеси. Уравнения Рейнольдса.

Отдельные виды стационарных движений: геострофический поток, потоки Куэтта и Пуазейля. Уравнения баротропной атмосферы (уравнения мелкой воды). Изменения геострофического ветра с высотой, термический ветер, агеострофический ветер. Уравнения гидро-термодинамики в криволинейных координатах. Операторы градиента, дивергенции, вихря и Лапласа в цилиндрических и сферических координатах. Уравнения гидротермодинамики в сферических координатах. Геострофический ветер в сферической системе координат.

4.3.2. Квазигеострофическая теория. Пограничные слои в атмосфере. Основные формы и преобразования энергии в атмосфере.

Уравнение вихря, уравнение потенциального вихря, уравнение спиральности, уравнение дивергенции скорости, уравнение энергии, уравнение тенденции. Определение вертикальной скорости на основе уравнения неразрывности и уравнения притока тепла. Квазигеострофическая теория, квазигеострофический потенциальный вихрь.

Гидродинамическое определение пограничных слоев и их толщин. Планетарный пограничный слой (ППС) и внутренний (приземный) подслой. Вертикальные профили метеорологических величин. Вертикальная скорость на верхней границе ППС.

Баланс энергии. Основные формы энергии в атмосфере. Основные преобразования. Полная потенциальная энергия. Уравнение преобразования энергии в разных системах координат.

4.3.3. Волновые движения в атмосфере. Бароклинная неустойчивость. Атмосферные фронты.

Линеаризация уравнений гидротермодинамики. Волновые движения в атмосфере. Инерционные волны в баротропной атмосфере (волны Россби) на бета-плоскости и на сфере. Баротропная сдвиговая неустойчивость. Внешние гравитационные волны. Гравитационно-инерционные волны в гео-строфическом потоке. Волны Пуанкаре и Кельвина. Акустические волны. Внутренние гравитационные волны. Адаптация полей ветра и давления.

Бароклинная неустойчивость. Линейная теория бароклинной неустойчивости (задача Иди). Результаты численного изучения бароклинной неустойчивости.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 4.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Система уравнений гидродинамики	4	-
1	Уравнение первого начала термодинамики для изопроцессов.	2	-
1	Примеры определения циркуляции скорости	2	-
2	Уравнения переноса восходящей и нисходящей	4	-

	радиации		
2	Профиль ветра в пограничном слое атмосферы	2	-
2	Взаимодействие волн со средним потоком	2	-
3	Основной энергетический цикл атмосферы	4	-
3	Баротропная неустойчивость. Блокирующие ситуации в атмосфере	4	-
3	Неустойчивость течений с горизонтальным и вертикальным сдвигом ветра.	4	-

Семинарских и лабораторных занятий учебным планом дисциплины не предусмотрено.

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

Динамическая метеорология для океанологов : учебное пособие / В.М. Радикович – Л., изд. ЛПИ, 1985. – 157 с. - [Электронный ресурс; Режим доступа http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213174722.pdf].

Методические рекомендации по выполнению курсовой 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, в частности, указанную в пункте 8 настоящей программы, использовать материалы сети Интернет.

Дополнительно к лекционным и практическим занятиям студент может приходить на консультации с преподавателем, для чего студент может использовать возможности удаленного доступа (Интернет).

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

6.1. Текущий контроль

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

а) Примеры заданий текущего контроля

Письменный контроль (тестирование, выполнение заданий).

Беседа со студентами (опрос студентов) с анализом и обсуждением результатов.

Тестирование

1. Влажноадиабатический градиент составляет:

- а) $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$;
- б) $1^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$;
- в) $0.8^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$;
- г) $1.2^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$.

Вопросы, задаваемые на занятиях:

1. Понятие турбулентности, критерий Рейнольдса.
2. Основные характеристики влажного воздуха и соотношения между ними.
3. Силы, действующие в атмосфере.

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов, эссе и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Перечень тем и критерии оценивания курсовой работы представлены в Фонде оценочных средств.

6.2. Промежуточная аттестация

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

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен. Экзамен проходит в устной или письменной форме. Обучающемуся предлагается ответить на вопросы по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (ПК-2).

1. Атмосфера как сплошная среда.
2. Предмет и задачи динамической метеорологии. Основные уравнения динамики атмосферы. Уравнения движения атмосферы.
3. Уравнение неразрывности атмосферы.
4. Уравнение состояния атмосферы.
5. Уравнения притока тепла и влаги в атмосфере.
6. Силы, действующие в атмосфере. Сила тяжести.
7. Сила Кориолиса. Сила барического градиента.
8. Сила внутреннего трения в атмосфере.
9. Атмосферная турбулентность. Выражения для турбулентных потоков тепла, влаги и импульса.
10. Факторы, влияющие на интенсивность турбулентности. Уравнение баланса энергии турбулентности.
11. Барометрические формулы.
12. Геопотенциал. Карты барической топографии.
13. Условия вертикальной устойчивости атмосферы.
14. Упрощение уравнений движения атмосферы.
15. Классификация атмосферных движений.
16. Движение без трения в свободной атмосфере. Геострофический и градиентный ветер.
17. Термический ветер. Изменение геострофического ветра с высотой.
18. Геострофическая адвекция.
19. Задача о строении пограничного слоя атмосферы.
20. Распределение ветра и температуры с высотой в пограничном слое атмосферы.
21. Определение характеристик турбулентности по наблюдениям профиля ветра в пограничном слое атмосферы.
22. Определение характеристик турбулентности из уравнения баланса энергии турбулентности в пограничном слое атмосферы.
23. Определение высоты и среднего коэффициента турбулентности пограничного слоя атмосферы. Априорные модели профиля коэффициента турбулентности.
24. Нелинейная модель пограничного слоя атмосферы.

Курсовая работа

Перечень тем и критерии оценивания курсовой работы представлены в Фонде оценочных средств.

Методика выполнения курсовой работы представлена в Методических рекомендациях для обучающихся по выполнению курсовой работы.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	10
Опрос студентов и отчет по контрольному заданию по теме «Кинематика и динамика сжимаемой жидкости. Уравнения гидротермодинамики для турбулентной среды. Масштабный анализ и упрощения уравнений гидротермодинамики».	20
Опрос студентов и отчет по контрольному заданию по теме «Квазигеострофическая теория. Пограничные слои в атмосфере. Основные формы и преобразования энергии в атмосфере».	20
Опрос студентов и отчет по контрольному заданию по теме «Волновые движения в атмосфере. Бароклиническая неустойчивость. Атмосферные фронты».	20
Защита курсовой работы	10
Промежуточная аттестация	20
ИТОГО	100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 6.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

Курсовая работа

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки курсовой работы

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

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 «Динамическая метеорология».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Динамическая метеорология для океанологов : учебное пособие / В.М. Радикевич – Л., изд. ЛПИ, 1985. – 157 с. - [Электронный ресурс; Режим доступа http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213174722.pdf].
2. Динамическая метеорология : учебное пособие / И.И. Мельникова, В.М. Радикевич. – Л.: изд. ЛПИ, 1974. – 168 с. - [Электронный ресурс; Режим доступа http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-218124340.pdf].
3. Практикум по курсу «Динамическая метеорология» : учебное пособие / И.Ю. Мелкая. – Л.: изд. ЛПИ, 1980. – 89 с. - [Электронный ресурс; Режим доступа http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-218134645.pdf].

Дополнительная литература

- 1 Динамическая метеорология: практикум: учеб. пособие / Н.А. Калинин, Е.М. Связов; Пермский государственный национальный исследовательский университет (Пермь), 2017. – 80 с. [Электронный ресурс; Режим доступа https://elibrary.ru/download/elibrary_30706554_70266549.pdf]... ..
2. Задачник по динамической метеорологии : учебное пособие / А.С. Гаврилов и др. – Л., Гидрометеиздат, 1984. – 166 с. - [Электронный ресурс; Режим доступа http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213163549.pdf]...
3. Теоретические основы геофизической гидродинамики / А.С. Монин. - Л., Гидрометеиздат, 1988. – 425 с. - [Электронный ресурс; Режим доступа http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-0905110.pdf].

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://www.meteorf.ru/> - Сайт Росгидромета.
2. <https://meteoinfo.ru/> - Погода и подробный прогноз от Росгидромета.

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Операционная система Windows XP, Microsoft Office 2007
2. Программы электронных таблиц Excel
3. Текстовый редактор Word
4. Программа для создания презентаций Power Point

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. СПС Консультант Плюс;

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru>;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. Электронно-библиотечная система РГГМУ ГидроМетеоОнлайн-
<http://elib.rshu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории оборудованы видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональным компьютером с выходом в сеть Интернет; помещения для проведения семинарских и практических занятий оборудованы учебной мебелью; библиотека имеет рабочие места для студентов; компьютерные классы оснащены видеопроекционным оборудованием, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет.

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.