

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01.03 Динамическая метеорология

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):

Авиационная метеорология

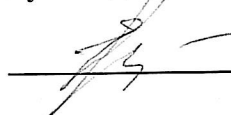
Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

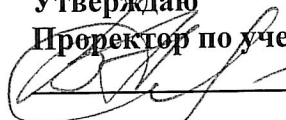
Очная .

Согласовано
Руководитель ОПОП

 **Ермакова Т.С.**

Утверждаю

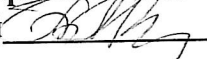
Проректор по учебной работе

 **Н.О. Верещагина**

Рекомендована решением
Ученого совета Метеорологического
факультета
30.06.2023 г., протокол № 12

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры ЭФА

05.06.2023 г., протокол №12

Зав. кафедрой  **Восканян К.Л.**

Авторы-разработчики:

к.ф.-м.н. Егоров К.Л.

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины — сформировать профессиональную компетенцию, содержащую необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для понимания физических взаимосвязей между параметрами изучаемых процессов в атмосфере, и анализа причин, их определяющими, с учётом особенностей, обусловленных такими факторами, как вращение Земли, температурная стратификация и турбулентность.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- теоретических основ физико-математического описания динамических и термических процессов в атмосфере;
- теоретических принципов упрощения уравнений в задачах по изучению явлений с различными характерными масштабами, свойственными динамике атмосферных движений;
- результатов анализа взаимосвязей между параметрами составных элементов сложной структуры течений в атмосфере и в океанах и упомянутыми выше геофизическими факторами;
- практических навыков решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных метеорологических явлениях;
- сил, ответственных за формирование того или иного характерного типа движений в атмосфере;
- функциональных связей между параметрами в наиболее характерных атмосферных процессах и факторами, их определяющими.

2. Сформирование умения:

- определять комплекс факторов, приводящих к особенностям их проявления в динамических и термических процессах в атмосфере;
- применять принципы упрощения и выбора нужной формы уравнений для описания отдельных метеорологических явлений;
- объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов.

3. Сформирование владения:

- практическими навыками интегрирования дифференциальных уравнений и решения задач по определению значений физических параметров в конкретных метеорологических явлениях;
- навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера;
- знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования наиболее характерных взаимосвязей между параметрами среды при решении основных и прикладных задач динамики атмосферы.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программе.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, изучается в 5 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины: «Математика», «Физика», «Статика и термодинамика атмосферы», «Радиация в атмосфере», «Теоретическая механика», «Гидромеханика (Механика жидкости и газа)».

Параллельно с дисциплиной «Динамическая метеорология» в 5 семестре изучаются

такие дисциплины как: «Синоптический анализ метеорологической информации», «Статистические методы обработки гидрометеорологической информации», «Мезомасштабные процессы в атмосфере», «Построение синоптических карт».

Дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Прогнозы погоды для малой авиации», «Региональные особенности атмосферных процессов», «Наукастинг для авиации», «Специальные вопросы синоптики в задачах авиационной метеорологии», «Моделирование атмосферных процессов».

Дисциплина может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, в преддипломной практике, а также при написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ПК-1.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен осуществлять прогнозирование метеорологических условий с применением специализированного программного обеспечения, проводить анализ и интерпретацию данных в соответствии с требованиями авиационных нормативных документов в целях обеспечения безопасности полетов	ПК-1.3. Владеет методами анализа синоптических процессов и разработки прогнозов погоды для авиации, включая использование численных моделей и специализированных программно-аппаратных комплексов	<i>Знать:</i> теоретические положения анализа размерностей; результат анализа взаимосвязей между параметрами составных элементов сложной структуры течений в атмосфере и в океанах и упомянутыми выше геофизическими факторами. принципы упрощения уравнений геофизической гидродинамики при решении задач по изучению атмосферных явлений с различными характерными масштабами; методы решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных метеорологических явлениях. <i>Уметь:</i> применять принципы упрощения и выбора нужной формы уравнений для описания отдельных типов движений; объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов. <i>Владеть:</i> практическими навыками решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных гидрометеорологических явлениях. методами анализа размерностей для формирования критериев подобия различных метеорологических процессов; физико-математическими методами решения основных и прикладных задач динамики атмосферы.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	5 семестр	
Зачётные единицы	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32	32
в том числе:	-	-
— лекции	14	14
— занятия семинарского типа	-	-
— практические занятия	18	18
— лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	39,34	39,34
в том числе:	-	-
— курсовая работа	-	-
— контрольная работа	-	-
Контроль:	0,66	0,66
ВСЕГО ЧАСОВ:	72	72
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируе мые компетенц ии	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
5 семестр							

№	Раздел / тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируе мые компетенц ии	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
5 семестр							
1	Основные уравнения динамики турбулентной атмосферы	2	2	2	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
2	Замыкание системы уравнений турбулентной атмосферы, упрощение уравнений	-	2	2	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
3	Лучистые притоки тепла	2	2	2	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
4	Динамика свободной атмосферы	2	2	4	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
5	Планетарный пограничный слой (ППС) атмосферы при стационарных и горизонтально-однородных условиях	2	2	4	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
6	Приземный слой атмосферы	-	2	4	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
7	Нестационарные процессы в пограничном слое атмосферы	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
8	Метеорологические процессы над горизонтально-неоднородной поверхностью	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
9	Некоторые вопросы энергетики атмосферы	-	-	5,34	Тестирование	ПК-1	ПК-1.3
10	Динамика циркуляционных систем в атмосфере	2	2	4	Выполнение практической работы.	ПК-1	ПК-1.3
	ИТОГО	14	18	39,34			

4.3. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4. Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Основные уравнения динамики турбулентной атмосферы	Силы, действующие в атмосфере. Мгновенные значения метеорологических величин, их средние значения и турбулентные флуктуации. Спектр скорости ветра в приземном слое. Осреднение физических полей и уравнений. Выбор периода осреднения. Уравнения движения, неразрывности, переноса тепла, влаги и другой примеси в атмосфере для мгновенных и средних величин. Эффекты осреднения. Термические эффекты сжатия и расширения в турбулентных вихрях при их вертикальных перемещениях. Критерии статической устойчивости.	ПК-1.3
2	Замыкание системы уравнений турбулентной атмосферы, упрощение уравнений	Связь турбулентных потоков с полями средних величин. Гипотезы замыкания полуэмпирической теории турбулентности. Уравнения баланса кинетической энергии среднего движения и энергии турбулентности. Замыкание системы уравнениями для статистических моментов более высокого порядка.	ПК-1.3
3	Лучистые притоки тепла	Применимость законов теплового излучения к реальной атмосфере. Методы интегрирования уравнений переноса радиации в коротковолновой и длинноволновой областях спектра. Интегральная функция пропускания.	ПК-1.3
4	Динамика свободной атмосферы	Движение без ускорения. Эффекты горизонтальной температурной неоднородности. Термический ветер. Геоострофическая адвекция температуры, ее связь с изменением направления ветра по высоте. Агеострофические отклонения. Формирование вертикальных движений в свободной атмосфере. Поверхности раздела в атмосфере. Особенности полей ветра и давления в области фронта. Волны Россби в зональном потоке. Стационарные центры действия атмосферы. Сохранение абсолютного и потенциального вихря.	ПК-1.3
5	Планетарный пограничный слой (ППС) атмосферы при стационарных и горизонтально-однородных условиях	Модели замыкания системы уравнений для ППС. Малопараметрические модели ППС с априорным профилем коэффициента турбулентности. Численные модели пограничного слоя атмосферы. Взаимодействие ППС со свободной атмосферой. Вертикальные скорости на верхней границе ППС.	ПК-1.3
6	Приземный слой атмосферы	Приземный подслей (теория подобия и нелинейная модель) и вертикальные профили характеристик турбулентности и метеопараметров при различных типах стратификации в атмосфере. Определение турбулентных потоков различных субстанций в приземном слое по данным градиентных наблюдений	ПК-1.3
7	Нестационарные процессы в пограничном слое атмосферы	Общая постановка задачи. Суточные колебания метеорологических параметров, модель суточного хода температуры. Непериодические изменения, ночное понижение температуры поверхности почвы.	ПК-1.3
8	Метеорологические процессы над горизонтально-неоднородной поверхностью	Внутренние пограничные слои в атмосфере. Трансформация метеорологических характеристик под влиянием изменения свойств подстилающей поверхности. Практические приложения теории трансформации (применение в синоптическом прогнозе, расчет адвективных заморозков и туманов, расчет норм орошения).	ПК-1.3
9	Некоторые вопросы энергетики атмосферы	Основные формы энергии и их взаимные преобразования в атмосфере. Баланс различных видов энергии для единичной массы воздуха и для вертикального столба атмосферы. Соотношение между внутренней и потенциальной	ПК-1.3

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание	Компетенция
		энергией в столбе воздуха бесконечной высоты. Энергетический баланс глобальной атмосферы, скорость генерации и диссипации различных видов энергии.	
10	Динамика циркуляционных систем в атмосфере	Физические факторы, приводящие к изменению циркуляции по жидкому замкнутому контуру. Бароклинная циркуляция. Влияние вращения Земли. Зонально-осредненные уравнения движения. Особенности переноса воздушных масс в экваториальной зоне.	ПК-1.3

Таблица 5. Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе самостоятельной подготовки
5 семестр			
1	Анализ размерностей в задачах метеорологии	2	2
2	Гипотезы замыкания в моделях турбулентности	2	2
3	Расчет лучистых потоков и притоков тепла	2	2
4	Геострофическая адвекция температуры. Термический ветер. Вертикальные движения в свободной атмосфере. Фронтальные поверхности в свободной атмосфере	2	4
5	Спираль Экмана и характеристики турбулентности в пограничном слое. Интегральные характеристики пограничного слоя атмосферы	2	4
6	Вертикальные профили метеозлементов и турбулентные потоки количества движения, тепла и влаги в приземном слое. Расчет фрикционных вертикальных скоростей	2	4
7	Суточные колебания температуры воздуха и ночное понижение температуры поверхности почвы.	2	6
8	Трансформация метеорологических полей в приземном слое. Применение теории трансформации при решении практических задач.	2	6
10	Системы бароклинной циркуляции	2	4

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

Электронный учебный курс «Динамическая метеорология» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=80>

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

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Таблица 6. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

6.1. Текущий контроль

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

6.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов и критерии оценивания по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: **зачет**.

Форма проведения **зачета**: устный ответ на два вопроса в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы — 5 семестр

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 7.1 Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
1.	Обязательная часть		
1.1	Выполнение практических расчетных заданий	10	40
1.1.1	Практическое расчетное задание «Расчет характеристик в стационарном, горизонтально-однородном приземном слое атмосферы»	2	6
1.1.2	Практическое расчетное задание «Расчёт вертикального профиля ветра в пограничном слое атмосферы и характеристик интегральной модели»	2	6
1.1.3	Практическое расчетное задание «Расчёт параметров суточного хода температуры»	2	8
1.1.4	Практическое расчетное задание «Расчёт скорости бароклинной циркуляции»	2	10
1.1.5	Практическое расчетное задание «Расчёт потоков тепла и испарения при трансформации параметров потока»	2	10
	Итого баллов по обязательной части	10	40
2.	Вариативная часть		
2.1	Тест на проверку остаточных знаний	0	10
2.1.1	базовый уровень сложности	0	5
2.1.2	продвинутый уровень сложности	5	10
2.2	Научный доклад на студенческой конференции «Метеорология без границ»	0	5
2.3	Слушатель цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды»	1	10

2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика, метеорология)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
	Итого баллов по вариативной части	30	60
	Итого баллов по дисциплине		100

Таблица 7.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Не зачтено	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. Егоров К.Л., Еремина Н.С. Методические указания по дисциплине «Динамическая метеорология» для высших учебных заведений. Направление подготовки 05.03.05. – Прикладная гидрометеорология. – СПб.: РГГМУ, 2017. – 44 с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/rid_259a97ad80c44ed984c03ef2c21dabacd.pdf

Дополнительная литература:

1. Педлоки Дж. Геофизическая гидродинамика. Т.1 и 2. – М.: Мир, 1984. – Т.1. 400 с.; Т.2. 411 с.
2. Русин И.Н. Динамическая метеорология. (ознакомительный курс). Курс лекций. Санкт-Петербург. РГГМУ. 2008 г. – 274 с.
- 3 Динамика атмосферы: учебник для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Гидрометеорология" и специальностям "Метеорология" и "Метеорология специального назначения"[под общ. ред. С. С. Суворова и В. В. Клёмина] / Воен.-косм. акад. им. А. Ф. Можайского. - Санкт-Петербург: Наука, 2013. – 420 с.
4. Шакина Н.П. Лекции по динамической метеорологии/Лекции для аспирантов и студентов старших курсов метеорологических специальностей и научных работников. М.: ТРИАДА ЛТД, Москва, 2013. - 160 с. <http://method.meteorf.ru/publ/books/lectures/lectures.pdf> .
5. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т.1 и 2.–М.: Мир, 1986.– Т.1.397 с.; Т.2.415 с.
6. Гандин Л.С., Лайхтман Д.Л., Матвеев Л.Т., Юдин М.И. Основы динамической

метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1955.

7. Задачник по динамической метеорологии. Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 166 с.
http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213163549.pdf

8.2. Перечень интернет-источников

1. Электронный ресурс - Учебные ресурсы для сообщества Geoscience. Режим доступа: <https://www.meted.ucar.edu/>
2. Электронный ресурс - Шакина Н.П. Лекции по динамической метеорологии/Лекции для аспирантов и студентов старших курсов метеорологических специальностей и научных работников. М.: ТРИАДА ЛТД, Москва, 2013. - 160 с. Режим доступа: <http://method.meteorf.ru/publ/books/lectures/lectures.pdf>
3. Электронный ресурс Program in Atmospheres, Oceans and Climat/ Режим доступа: <http://eaps-www.mit.edu/paoc/>

8.3. Перечень программного обеспечения

- 1.Операционная система windows
- 2.Пакет Microsoft Office

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей 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

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.