Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.10.03 Гидромеханика (Механика жидкости и газа)

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, протокол № 12

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры экспериментальной физики атмосферы
05.06.2023, протокол №12
Зав. кафедрой_____Восканян К.Л.

Авторы-разработчики:
к.ф.-м.н. Егоров К.Л.

Санкт-Петербург
2023

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы 29.05.2024 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы 28.05.2025 № 10

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины — сформировать общепрофессиональную компетенцию, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для понимания и анализа физических взаимосвязей между параметрами изучаемых гидродинамических процессов в атмосфере и в океане, и причинами, их определяющими, с учётом особенностей, обусловленных такими факторами, как вращение Земли, плотностная стратификация, трение и орография.

Задачи:

1. Сформировать знание:
- теоретических принципов упрощения уравнений в задачах по изучению гидродинамических явлений с различными характерными масштабами, свойственными динамике атмосферных и океанических движений;
- методов решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных гидрометеорологических явлениях;
- теоретических основ математического описания гидродинамических процессов во вращающейся системе координат;
- результатов анализа взаимосвязей между параметрами составных элементов сложной структуры течений в атмосфере и в океанах и геофизическими факторами;
- наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане;
- взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими.

2. Сформирование умение:
- применять принципы упрощения и выбора нужной формы уравнений для описания отдельных типов движений;
- объяснять физический механизм и определять условия существования и развития различных гидродинамических процессов;
- определять комплекс факторов, приводящих к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле.

3. Сформирование владение:
- практическими навыками решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных гидрометеорологических явлениях;
- знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач динамики атмосферы и океана;
- навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе «Земля – атмосфера».

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программе.

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы, изучается в 4 семестре для освоения общепрофессиональных компетенций.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика», «Статика и термодинамика атмосферы», «Радиация в атмосфере», «Теоретическая механика».

Параллельно с дисциплиной «Гидромеханика (Механика жидкости и газа)» изучаются «Вычислительная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Динамическая метеорология», «Мезомасштабные процессы в атмосфере», «Динамика атмосферных процессов и их влияние на безопасность полётов», «Физика верхних слоёв атмосферы» и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ОПК-1.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1 Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основные теории и концепции наук о Земле, а также естественно-научные и математические основы. ОПК-1.2. Умеет применять базовые знания естественно-научного и математического циклов для анализа и решения профессиональных задач. ОПК-1.3. Владеет методами научного исследования в области наук о Земле.	Знать: – теоретические принципы упрощения уравнений в задачах по изучению гидродинамических явлений с различными характерными масштабами, свойственными динамике атмосферных и океанических движений; – методы решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных гидрометеорологических явлениях; – теоретические основы математического описания гидродинамических процессов во вращающейся системе координат; – результаты анализа взаимосвязей между параметрами составных элементов сложной структуры течений в атмосфере и в океанах и геофизическими факторами; – наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане; – взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими. Уметь: – применять принципы упрощения и выбора нужной формы уравнений для описания отдельных типов движений; – объяснять физический механизм и определять условия существования и развития различных гидродинамических процессов; – определять комплекс факторов, приводящих к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле. Владеть: – практическими навыками решения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
		задач по определению конкретных значений физических параметров в различных гидрометеорологических явлениях; – знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач динамики атмосферы и океана; – навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе «Земля – атмосфера».

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
	4 семестр	
Зачётные единицы	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32,5	32,5
в том числе:		
— лекции	14	14
— занятия семенарского типа	18	18
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
в том числе:		
текущий контроль успеваемости	0,5	0,5
промежуточная аттестация	0,16	0,16
ВСЕГО ЧАСОВ:	72	72
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
4 семестр							
1	Тема 1. Основные гидродинамические характеристики потока. Законы сохранения и их следствия. Реальные силы в жидкости.	2	2	4	Представление результатов выполнения практической работы	ОПК-1	ОПК-1.1
2	Тема 2. Связь параметров движения в инерциальной и вращающейся системах координат. Инерционные силы и их проявление..	2	2	6	Представление результатов выполнения практической работы	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3	Тема 3. Турбулентность, её учёт в динамике потока. Связь параметров потока в статических условиях.	2	4	8	Представление результатов выполнения практической работы	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 4. Основные закономерности термодинамических процессов	2	2	4	Представление результатов выполнения практической работы	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5	Тема 5. Классификация атмосферных процессов, их характерные масштабы и условия упрощения уравнений.	2	2	4	Представление результатов выполнения практической работы	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6	Тема 6. Характерные типы движений на вращающейся Земле. Средние широтные переносы на планете	2	4	8	Представление результатов выполнения практической работы	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
7	Тема 7. Вихри и волны в атмосфере	2	2	5,34	Представление результатов выполнения практической работы	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	ИТОГО	14	18	39,34			
	Всего часов: 72						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенции
1	Тема 1. Основные гидродинамические характеристики потока. Законы сохранения и их следствия. Реальные силы в жидкости.	Основные характеристики потока: линии тока, траектории, функция тока, потенциал скорости, ускорение; градиент, дивергенция, ротор. Уравнения движения и неразрывности как отражение законов сохранения количества движения и массы. Реальные силы, действующие в жидкости Уравнения движения в системе координат, связанной с вращающейся Землёй. Закон сохранения энергии. Уравнение притока тепла. Уравнения переноса других субстанций. Уравнение состояния.	ОПК-1
2	Тема 2. Связь параметров движения в инерциальной и вращающейся системах координат. Инерционные силы и их проявление..	Связь скоростей и ускорений в неподвижной и вращающейся системах координат. Ускорение Кориолиса. Центробежная сила вращения Земли. Сила тяжести и сила Кориолиса. Уравнения движения во вращающейся системе координат.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3	Тема 3. Турбулентность, её учёт в динамике потока. Связь параметров потока в статических условиях.	Турбулентное движение, средние величины и флуктуации. Осреднение физическихполей в турбулентном потоке. Осреднение уравнений движения, неразрывности, переноса тепла, водяного пара и примеси. Турбулентные потоки и притоки различных субстанций.Уравнение статики, его следствия. Геопотенциал и его изменения.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4	Тема 4. Основные закономерности термодинамических процессов	Притоки тепла в атмосфере. Изменение температуры в частице при её вертикальных перемещениях. Уравнение Пуассона. Потенциальная температура. Критерии статической устойчивости.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5	Тема 5. Классификация атмосферных процессов, их характерные масштабы и условия упрощения уравнений.	Характерные масштабы и безразмерные величины. Приведение уравнений к безразмерному виду. Безразмерные комплексы и критерии подобия. Принцип упрощения уравнений. Классификация движений по характерным масштабам и критериям подобия. Деление атмосферы по рли действующих сил.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6	Тема 6. Характерные типы движений на вращающейся Земле. Средние широтные переносы на планете	Геострофическое движение. Градиентное движение по криволинейным изобарам. Циклострофическое движение. Инерционные движения, круги инерции. Изменение горизонтального барического градиента и геострофического движения с высотой. Пповерхности раздела, основные свойства. Наклон поверхности раздела. Особенности динамики течений в экваториальной зоне.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
7	Тема 7. Вихри и волны в атмосфере	Вихрь относительный и абсолютный. Уравнение вихря. Факторы, определяющие динамику вихря. Условия постоянства относительного и абсолютного вихря. Планетарные волны Россби, их основные параметры.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание практических занятий

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе самостоятельной подготовки
1	Практическая работа №1. Кинематические характеристики потока.Дифференциальные характеристики метеорологических полей	4	2
2	Практическая работа №2. Связь между индивидуальной, локальной и конвективной производными	4	2
3	Практическая работа №3. Связь параметров атмосферы в статических условиях. Геопотенциал и его связь с давлением. Расчёт абсолютного и относительного и геопотенциала изобарических поверхностей.	6	4
3	Практическая работа №4. Изменения абсолютного и относительного геопотенциала изобарических поверхностей.	6	4
4	Практическая работа №5. Термодинамические процессы в атмосфере. Потенциальная температура. Расчёт высоты конвекции и частоты колебаний частицы воздуха.	4	2
5	Практическая работа №6. Определение критериевупрощения уравненийпри условиях: а)-стационарности; б) горизонтальной однородности.	4	2
6	Практическая работа №7. Геострофическое и градиентное движение, их зависимость от широты места и радиуса кривизны изобары. Градиентный ветер при больших радиусах кривизны.Расчёт радиуса инерционных кругов. Термический ветер. Определение геострофического ветра на разных высотах.	4	2
6	Практическая работа №8. Расчёт адвективных изменений температуры: 1) по данным поля давления и поля температуры; 2) по данным изменения направления ветра с высотой. Определение ориентации фронта и угла наклона поверхностей раздела	4	2
7	Практическая работа №9. Определение скорости развития вихря: 1) при различных значениях плоской дивергенции скорости и 2) широты места; 3) при изменении широты в процессе движения воздушной массы. Определение параметров волн Россби. Расчёт длины стационарных волн Россби.	4	2
	Всего:	40	22

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

Электронный учебный курс «Гидромеханика (Механика жидкости и газа)» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=3853

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

Учет успеваемости	Количество баллов
Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр:	100
— максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля	100
— 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

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 вопроса в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы

Учет успеваемости	Количество баллов
Текущий контроль успеваемости	0-100
Промежуточная аттестация	0-20
Итого:	100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
1.	Обязательная часть		
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	2	4
1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	4
1.2	Выполнение практических расчетных заданий	18	36
1.2.1	Практическая работа №1. Кинематические характеристики потока.Дифференциальные характеристики метеорологических полей	2	4
1.2.2	Практическая работа №2. Связь между индивидуальной, локальной и конвективной производными	2	4
1.2.3	Практическая работа №3. Связь параметров атмосферы в статических условиях. Геопотенциал и его связь с давлением. Расчёт абсолютного и относительного и геопотенциала изобарических поверхностей.	2	4
1.2.4	Практическая работа №4. Изменения абсолютного и относительного геопотенциала изобарических поверхностей.	2	4
1.2.5	Практическая работа №5. Термодинамические процессы в атмосфере. Потенциальная температура. Расчёт высоты конвекции и частоты колебаний частицы воздуха.	2	4
1.2.6	Практическая работа №6. Определение критериевупрощения уравненийпри условиях: а)-стационарности; б) горизонтальной однородности.	2	4
1.2.7	Практическая работа №7. Геострофическое и градиентное движение, их зависимость от широты места и радиуса кривизны изобары. Градиентный ветер при больших радиусах кривизны.Расчёт радиуса инерционных кругов.	2	4

	Термический ветер. Определение геострофического ветра на разных высотах.		
1.2.8	Практическая работа №8. Расчёт адвективных изменений температуры: 1) по данным поля давления и поля температуры; 2) по данным изменения направления ветра с высотой. Определение ориентации фронта и угла наклона поверхностей раздела	2	4
1.2.9	Практическая работа №9. Определение скорости развития вихря: 1) при различных значениях плоской дивергенции скорости и 2) широты места; 3) при изменении широты в процессе движения воздушной массы. Определение параметров волн Россби. Расчёт длины стационарных волн Россби.	2	4
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест на проверку остаточных знаний	2	10
2.1.1	базовый уровень сложности (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	5
2.1.2	продвинутый уровень сложности (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	5	10
2.2	Фронтальный опрос по темам 2,4,6	9	18
2.2.1	Фронтальный опрос по теме 2	3	6
2.2.2	Фронтальный опрос по теме 4	3	6
2.2.3	Фронтальный опрос по теме 6	3	6
2.3	Научный доклад с презентацией на студенческой конференции «Международный студенческий форум», «Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития», «Авиационная и спутниковая метеорология»	10	15
2.4	Индивидуальное рассчетное задание по темам 1-7	14	28
2.5	Участие в олимпиаде (физика, математика, метеорология)	5	10
2.5.1	участие	5	5
2.5.2	призер	10	10
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
Итого баллов по вариативной части		20	60
Итого баллов по дисциплине		40	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 учебном пособии «Методические указания по дисциплине Гидромеханика (Механика жидкости и газа)».

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 «Механика жидкости и газа. (Геофизическая гидродинамика)» СПб.: РГГМУ, 2016, 36 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_84cc0e73d57b4bda9ae56c0f6b7710fa.pdf

Дополнительная литература

1. Подольская Э.Л. Механика жидкости и газа. Раздел «Геофизическая

гидродинамика». Учебное пособие. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007.- 154с.
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. – М: Наука, 1970. – 903с.
3. Палагин Э.Г., Славин И.А. Учебное пособие. – СПб.: изд. РГМИ, 1974. -244 с.
4. Седов Л. И. Механика сплошной среды, т.2. – М: Наука, 1973. -584 с.
5. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика. Т.1 и 2. – М.: Мир, 1984. – Т.1. 400 с.; Т2. 411 с.
6. Гаврилов А.С. и др. Задачник по динамической метеорологии. Гидрометеоиздат, — 166 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213163549.pdf

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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

Операционная система windows

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

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/

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.

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

Учебная аудитории 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.