Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01.02 Физика облаков

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
03.06.2023, протокол №12

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры МКОА
20.06.2023, протокол №11-1
И.о. зав. кафедрой _____Дробжева Я.В.

Авторы-разработчики:
к.ф.-м.н. Кашлева Л.В.

Санкт-Петербург
2023

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

Протокол заседания кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы 24.06.2024 № 10

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

Протокол заседания кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы 26.05.2025 № 10

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2026/2027 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы 27.08.2026 № 1

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Физика облаков» — сформировать профессиональную компетенцию, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимыми для понимания атмосферных процессов, приводящих к образованию и развитию облаков.

Задачи:

1. Сформировать знание:
- физические законы термодинамики и фазовых переходов водяного пара в атмосфере;
- генетико-морфологическую классификацию облаков и глобальные характеристики облачного покрова;
- современные методы и технологии сбора данных об облачности (наземные наблюдения, спутниковое зондирование).

2. Сформировать умение:
- использовать знания о процессах облакообразования для анализа причин возникновения облачных форм различных ярусов;
- применять спутниковые данные для идентификации зон облакообразования и оценки вертикальной мощности облачности;
- интерпретировать аэрологическую информацию (температуру, влажность) для прогнозирования уровней конденсации.

3. Сформировать владение:
- методами анализа метеорологической информации для диагностики условий развития облачности;
- навыками работы с аэрологическими диаграммами для определения уровня конденсации и энергии неустойчивости;
- приёмами интерпретации спутниковых снимков для выделения зон активного облакообразования.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, изучается в 6 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Введение в профессиональную деятельность», «Статика и термодинамика атмосферы», «Радиация в атмосфере», «Общая метеорология», «Синоптический анализ метеорологической информации».

Изучается параллельно в 6 семестре с такими дисциплинами как:

«Физика верхних слоев атмосферы», «Методы синоптических прогнозов», «Радиолокационная метеорология», «Мезомасштабные процессы в атмосфере».

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-2.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен применять современное программное обеспечение, спутниковые данные и различные виды метеорологической информации для оценки состояния атмосферы, повышения точности прогнозов и минимизации рисков в авиации.	ПК-2.1. Знает физические законы, описывающие процессы в атмосфере, а также современные методы и технологии сбора, обработки и анализа данных о характеристиках атмосферы ПК-2.2. Умеет использовать теоретические знания, специализированное программное обеспечение и спутниковые данные для изучения и прогнозирования характеристик атмосферы и их динамики ПК- 2.3. Владеет методами анализа данных, работы с профессиональными системами обработки, визуализации и интерпретации информации о характеристиках атмосферы	Знать: – физические законы термодинамики и фазовых переходов водяного пара в атмосфере; – генетико-морфологическую классификацию облаков и глобальные характеристики облачного покрова; – современные методы и технологии сбора данных об облачности (наземные наблюдения, спутниковое зондирование). Уметь: – использовать знания о процессах облакообразования для анализа причин возникновения облачных форм различных ярусов; – применять спутниковые данные для идентификации зон облакообразования и оценки вертикальной мощности облачности; – интерпретировать аэрологическую информацию (температуру, влажность) для прогнозирования уровней конденсации. Владеть: – методами анализа метеорологической информации для диагностики условий развития облачности; – навыками работы с аэрологическими диаграммами для определения уровня конденсации и энергии неустойчивости; – приёмами интерпретации спутниковых снимков для выделения зон активного облакообразования.

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
	6 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 семинарского 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 успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
6 семестр							
1	Тема 1. Процессы облакообразования	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1
2	Тема 2. Слоистообраные облака	2	4	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.2
3	Тема 3. Волнистообразные облака	2	4	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.2 ПК-2.3
4	Тема 4-5. Кучевообразные облака	4	4	10	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.2 ПК-2.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
6 семестр							
5	Тема 6. Воздушные потоки в зоне Cb	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.2 ПК-2.3
6	Тема 7. Микрофизические процессы в облаках	2	2	5,34	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.2 ПК-2.3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	Итого	14	18	39,34			
	Всего часов: 72						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 5. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Процессы облакообразования	Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков. Виды классификации. Генетико-морфологическая классификация облаков облаков. Глобальные характеристики облачного покрова.	ПК-2
2	Тема 2. Слоистообраные облака	Образование слоистообраных облаков. Фронтальные облачные системы: - Облачные системы теплого фронта; - Облачные системы холодных фронтов; - Облачные системы фронтов окклюзии. Мезоструктура атмосферных фронтов.	ПК-2
3	Тема 3. Волнистообразные облака	Волнистообраные облака, образованные на атмосферных волнах: - Орографические волны; - Гравитационно-сдвиговые волны. Ячейковая конвекция и ее роль в формировании волнистообразных облаков.	ПК-2
4	Тема 4-5. Кучевообразные облака	Основные характеристики атмосферной конвекции. Адиабатические методы оценки устойчивости стратификации: Метод частицы, Метод слоя. Влияние неадиабатичности на характеристики конвекции. Кучево-дождевые облака. Модели Cb	ПК-2
5	Тема 6. Воздушные потоки в зоне Cb	Мезомасштабные вертикальные потоки. Грозовой мезоантициклон. Мезомасштабные линии шквалов. Микрошквалы.	ПК-4.3

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
		Смерчи (торнадо).	
6	Тема 7. Микрофизические процессы в облаках	Фазовые переходы воды в атмосфере. Условия равновесия фаз. Конденсация капель в атмосфере. Ядра конденсации. Образование твердой фазы воды в облаках. Конденсационный и коагуляционный рост облачных частиц.	ПК-4.3

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6. Содержание практических занятий

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
6 семестр			
1	Практическая работа №1. Анализ влияния основных воздушных потоков на формирования облаков в атмосфере	4	2
2	Практическая работа №2-3. Расчет основных параметров волнистообразных облаков, формирующихся на атмосферных волнах.	8	4
3	Практическая работа №4-5. Расчет основных параметров волнистообразных облаков, формирующихся при ячейковой конвекции.	8	4
4-5	Практическая работа №6-7. Расчет параметров Cb.	8	4
6	Практическая работа №8. Расчет условий роста облачных капель при гетерогенной конденсации.	6	4
7	Практическая работа №9. Расчет микрофизических параметров облаков.	6	4
	Всего:	40	22

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

Электронный учебный курс «Физика облаков» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа:

https://moodle.rshu.ru/course/management.php?categoryid=139&view=courses&search=физика%20облаков&courseid=3689

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 7. 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

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 ответов на вопросы в билете 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 7.1. Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль успеваемости	0-100
Промежуточная аттестация	0-20
ИТОГО	100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю успеваемости

№	Вид работ	Min	Max
1.	Обязательная часть		
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	2	6
1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	6
1.2	Выполнение практических работ № 1 – 9:	16	34
1.2.1	Практическая работа №1. Анализ влияния основных воздушных потоков на формирования облаков в атмосфере	2	6
1.2.2	Практическая работа №2-3. Расчет основных параметров волнистообразных облаков, формирующихся на атмосферных волнах.	3	6
1.2.3	Практическая работа №4-5. Расчет основных параметров волнистообразных облаков, формирующихся при ячейковой конвекции.	3	6
1.2.4	Практическая работа №6-7. Расчет параметров Cb.	3	6
1.2.5	Практическая работа №8. Расчет условий роста облачных капель при гетерогенной конденсации.	3	6
1.2.6	Практическая работа №9. Расчет микрофизических параметров облаков.	2	4
Итого баллов по обязательной части		18	40
2.	Вариативная часть		
2.1	Реферат «Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков»	2	5
2.2	Реферат «Оптические явления в облаках и осадках»	10	25
2.3	Слушатель цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды»	2	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	20

Итого баллов по вариативной части	22	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 Методических рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Физика облаков».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2000.

2. Андреев А.О., М.В. Дукальская, Е.Г. Головина. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Учебное пособие. С.-Пб. РГГМУ, 2007

Дополнительная литература

Ивлев Л.С., Довгалюк Ю.А. Физика атмосферных аэрозольных систем. - СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999. - 194 с.

2. Мазин И.П., Хргиан А.Х. Облака и облачная атмосфера Справочник. - Л.: Гидрометиздат, 1989. - 647с. Мазин И.П., Хргиан А.Х. Облака и облачная атмосфера Справочник. - Л.: Гидрометиздат, 1989. - 647с.2. МазинИ.П., Шметтер С.М. Облака, строение и физика образования. Л. Гидрометеоиздат, 1983.

3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2000.

4. Капустин А.В., Сторожук Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы. С-Пб, КОМЕТЕХ, 2005. – 283 с.

5. Pruppacher, H. and J. Klett, 1997: Microphysics of Clouds and Precipitation. Kluwer Academic Publishers, 2nd edition, 954 pp. Seifert, A. and K. D. Beheng, 2006

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Образовательная платформа Нетология [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://netology.ru/
2. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://practicum.yandex.ru/
3. Образовательная платформа GeekBrains [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gb.ru/
4. Образовательная платформа Skillbox [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://skillbox.ru/
5. Образовательная платформа SkillFactory [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://skillfactory.ru/
6. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://openedu.ru/

7. Образовательная платформа Лекториум [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.lektorium.tv/

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Браузер: Яндекс браузер [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://browser.yandex.ru/
2. Файловый архиватор: 7-zip [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.7-zip.org/
3. Файловый менеджер: Far-manager [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://farmanager.com/
4. Офисный пакет: OpenOffice [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.openoffice.org/ru/

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. Электронная библиотечная система «Znanium» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://znanium.ru/
2. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://urait.ru/
3. Электронная научная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/
4. Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа — укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций — укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации — укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы — укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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.