

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
академик РАН Добролюбов С.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
АВИАЦИОННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.04 «Гидрометеорология»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Метеорология»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 21, дата 30.09.2023)

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Гидрометеорология» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова (приказ по МГУ № 1383 от 30 декабря 2020 года

Год (годы) приема на обучение: 2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на предварительном усвоении студентами материала таких дисциплин, как физика, высшая математика, физическая метеорология, динамическая метеорология, геоинформатика, дистанционные методы исследования атмосферы, синоптическая метеорология.
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>СПК-4 (формируется частично) Способен использовать метеорологическую информацию в синоптическом анализе при разработке оперативных прогнозов погоды разной заблаговременности и разного целевого предназначения.</p>	<p>СПК-4.1 Использует метеорологическую информацию в синоптическом анализе при разработке оперативных авиационных прогнозов погоды</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особенности строения атмосферы и пространственного распределения метеопараметров, важных для авиации • теоретические основы полетов и принципы устройства различных типов летательных аппаратов; • механизм влияния атмосферных условий на полеты летательных аппаратов и влияние полетов летательных аппаратов на окружающую среду. • виды метеорологических сводок, прогнозов и консультативных сообщений, используемых в авиации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать знания о процессах синоптического и мезо-масштабов, системах классификации облачности и опасных для авиации явлений погоды; • использовать принципы математической теории систем оптимального управления для разработки автоматизированных методов прогнозов погоды для авиации. • проводить анализ выходных данных современных численных моделей, прогнозирующих основные параметры атмосферы и явления. • составлять и читать метеорологические сводки и прогнозы в закодированной форме, используемые для передачи метеорологической информации в авиации.

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знаниями о системе метеорологического обеспечения авиации; • методами анализа метеорологической информации для обеспечения безопасности полетов воздушных судов; • способами оценки качества анализа и прогноза особых для авиации явлений погоды.
--	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) 3 з.е., в том числе 36 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы*</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Работа с литературой	Подготовка реферата	Всего
Тема 1. Введение. История развития авиационной метеорологии. Основы аэродинамики.	6	2				2	4		4

Тема 2. Основы авиации. Организация полетов.	9	3				3	6		6	
Тема 3. Влияние параметров атмосферы на параметры полета воздушных судов	20	6	6			12	8		8	
Тема 4. Прогнозирование погоды и предупреждения.	19	1	8			9	8	2	10	
<i>Текущая аттестация 1: самостоятельная работа</i>	2		2			2				
Тема 5. Метеорологическое обеспечение авиации.	10	2				2	6	2	8	
Тема 6. Сверхкраткосрочный прогноз погоды и наукастинг для авиации	14	2				2	4	8	12	
<i>Текущая аттестация 2: защита реферата</i>	2		2			2			1	1
									6	2
									7	1
									7	1
									8	1
									8	1
									2	
									8	2
									10	2
10	2									

									8	1
									2	
									7	2
									10	2
									2	
Тема 7. Основы авиационной климатологии. Влияние авиации на загрязнение атмосферы	14	2				2	12		12	
Промежуточная аттестация	12	<i>Устный экзамен</i>					12			
Итого	108	36					72			

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Предмет, задачи авиационной метеорологии и краткая история ее развития. Связь авиационной метеорологии с аэродинамикой, аэронавигацией и другими авиационными дисциплинами. Необходимость учета метеорологических условий с целью повышения безопасности регулярности и экономичности воздушных перевозок. Международное сотрудничество в области авиационной метеорологии.

Тема 2. Основы авиации.

Основы аэродинамики. Причины возникновения подъемной силы. Понятие о сжимаемости воздуха. Горизонтальный полет самолета. Этапы взлета и посадки воздушного судна (ВС). Классификация и организация полетов.

Организация полетов в ГА. Классификация самолетов и вертолетов гражданской авиации (ГА). Классификация аэродромов. Составные части аэродрома. Оборудование ВС и аэродромов ГА навигационными приборами и системами, обеспечивающими безопасность полетов. Классификация полетов ГА.

Тема 3. Влияние параметров атмосферы на параметры полета воздушных судов.

Влияние физического состояния атмосферы на полеты ВС. Стандартная атмосфера (СА), использование ее параметров в деятельности авиации. Способы определения высоты полета. Система эшелонирования самолетов при полетах на воздушных трассах. Влияние температуры

и плотности воздуха на скорость полета, тягу двигателей, потолок самолета и на расход топлива. Влияние температуры и плотности воздуха на взлет, полет и посадку ВС.

Влияние ветра на полеты ВС. Навигационный треугольник скоростей. Понятие об эквивалентном ветре. Влияние ветра на взлет и посадку ВС. Прогноз ветра в нижней тропосфере. Струйные течения и их аэронавигационное значение. Прогноз струйных течений.

Влияние сдвигов ветра в нижнем слое атмосферы на взлет и посадку ВС. Вертикальный и горизонтальный сдвиги ветра. Вертикальные потоки. Условия возникновения сдвига ветра. Стационарный и нестационарный сдвиг ветра. Воздействие сдвигов и вертикальных потоков на ВС.

Требования к информации о сдвигах ветра. Прогнозирование сдвига ветра.

Влияние атмосферной турбулентности на полеты ВС. Виды атмосферной турбулентности, причины ее возникновения и влияние на полет ВС. Турбулентность спутного следа. Турбулентность ясного неба. Перегрузки и болтанка, возникающие при полете в турбулентной атмосфере.

Влияние турбулентности на полет ВС. Прогноз турбулентности и болтанки.

Горные волны и их влияние на полеты ВС. Основные виды деформации воздушного потока над горами. Метеорологические условия развития горных волн. Прогноз горных волн и роторных течений.

Влияние облачности и ограниченной видимости на полеты ВС. Облачность и видимость как основные факторы, определяющие сложность метеорологических условий для полетов авиации. Минимумы погоды. Метеорологическая, полетная и посадочная видимость и их зависимость от различных факторов. Основные метеорологические явления, ухудшающие видимость и условия полета в них. Условия полета в облаках различных форм и в зоне атмосферных фронтов. Прогноз низкой облачности и видимости.

Влияние конвективных явлений на деятельность авиации. Условия развития конвективных процессов. Конвективные структуры в атмосфере. Грозы и сопутствующие им опасные для авиации явления погоды. Виды гроз и характеристика их опасности для авиации. Особенности выполнения полетов в грозовых зонах. Электризация самолётов. Метеорологические условия развития зон активной грозовой деятельности. Прогноз конвективных явлений.

Обледенение самолетов и его влияние на полеты ВС. Обледенение как опасное для авиации явление погоды. Классификация ледяных отложений. Интенсивность обледенения и ее зависимость от микрофизической структуры облаков, режима полета и типа ВС. Обледенение в ледяных кристаллах. Метеорологические и аэросиноптические условия обледенения. Способы борьбы с обледенением. Прогноз условий обледенения.

Особенности полета ВС в зоне тропопаузы. Географическое распределение высоты тропопаузы. Деформация тропопаузы в зоне струйного течения. Прогноз высоты тропопаузы.

Влияние озона и космической радиации на полеты ВС. Влияние озона на деятельность авиации. Первичное и вторичное космическое излучение. Возможные опасности для авиации, связанные с усилением интенсивности космического излучения.

Влияние вулканического пепла на полёты ВС. Опасность вулканического пепла для полетов ВС. Международная служба слежения за вулканическим пеплом на авиатрассах. Средства обнаружения и мониторинг облаков вулканического пепла.

Тема 4. Прогнозирование погоды и предупреждения.

Метеорологические наблюдения и сводки. Наблюдения и сводки по аэродрому. Регулярные, специальные и выборочные сводки погоды. Кодовые формы METAR и SPECI. Метеорологические радиолокационные наблюдения. Наблюдения и донесения с борта ВС.

Прогнозы погоды и предупреждения. Точность авиационных прогнозов. Прогнозы по аэродрому (кодовая форма TAF), прогнозы для посадки и для взлета. Прогнозы условий погоды по маршруту, оповещения SIGMET, AIRMET, GAMET. Консультативные сообщения о тропических циклонах и вулканическом пепле. Карты опасных явлений для авиации, карты температуры и ветра на высотах.

Тема 5. Метеорологическое обеспечение авиации.

Порядок метеорологического обеспечения полетов ГА. Основные требования, предъявляемые к метеорологическому обеспечению гражданской авиации. Назначение, задачи и организация метеорологических органов. Аэродромные метеорологические органы. Структура органов метеообеспечения в РФ. Районы полетной информации. Авиационные метеорологические центры (АМЦ) и авиаметеорологические станции (АМСГ). Всемирные и региональные центры зональных прогнозов ИКАО. Задачи дежурной смены синоптиков на аэродроме.

Тема 6. Сверхкраткосрочный прогноз погоды и наукастинг для авиации. Принципы построения авиационного наукастинга. Примеры реализации наукастинга в мировой практике. Перспективы развития наукастинга для авиации в рамках Глобального аэронавигационного плана.

Тема 7. Основы авиационной климатологии

Влияние гидрометеорологических условий на состояние и эксплуатацию аэродромов. Учет климатических данных при изыскании, строительстве и оборудовании аэродромов. Влияние метеорологических факторов на состояние и эксплуатацию аэродромов с естественным и искусственным покрытием. Влияние метеорологических условий на ВС, расположенных на земле. Составление авиационно-климатических описаний в целях метеорологического обеспечения авиации.

Составление климатических описаний аэродромов и трасс. Статистические методы климатической обработки наблюдений на аэродромах и по маршруту полета. Расчет авиационно-климатических показателей для полетов по маршруту и при проектировании и эксплуатации аэродромов. Авиационно-климатические описания отечественных и международных трасс.

Влияние авиации на окружающую среду. Акустическое загрязнение атмосферы. Качество воздуха в аэропортах. Эмиссии авиационных двигателей. Пути решения проблем, возникающих при воздействии авиационного транспорта на окружающую среду.

План проведения семинаров

1. Анализ кода METAR, SPECI и расшифровка телеграмм и сообщений;
2. Знакомство с кодом TAF, расшифровка телеграмм и сообщений;
3. Анализ кода сообщений SIGMET, AIRMET, GAMET
4. Обсуждение карт опасных явлений для авиации на верхних и средних уровнях, карт температуры и ветра на высотах.
5. Знакомство с методами сверхкраткосрочного прогноза особых для авиации явлений погоды;
6. Доклады студентов по темам рефератов (с презентацией).

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

Текущая аттестация №1. Самостоятельная работа по расшифровке кодов METAR, SPECI, TAF
Пример варианта самостоятельной работы:

Расшифруйте содержание фактических сводок по аэродрому (код METAR), специальные сообщения по аэродрому (код SPECI), прогноз по аэродрому (код TAF) и оповещение об особых явлениях SIGMET.

1. METAR UUWW 061130Z 26009MPS CAVOK 09/M10 Q1014 24000070 NOSIG=
2. METAR UUWW 311700Z 08004MPS 6000 -SHRA SCT009 OVC033CB 15/13 Q1006 NOSIG=
3. TAF UUWW 021055Z 0212/0312 19007G12MPS 9000 SCT015 530003=
4. TAF UUWW 171050Z 1712/1812 VRB03MPS 9999 SCT020=
5. SPECI DTTA 280510Z 26013G28KT 8000 RA SQ SCT023 SCT026 11/06 Q1003=
6. SPECI LTAC 140943Z VRB01KT 0700 R03R/0800U R21L/0800U R03L/0325U R21R/0900D=
7. METAR UUWW 021000Z 27006MPS 7000 -SHSN BKN018CB OVC100 00/M05 Q1011 24120060 TEMPO 1200 SHSN=
8. TAF UUWW 012250Z 0200/0224 07005MPS 9999 SCT030 TEMPO 0208/0218 -SHRA SCT020CB PROB40 TEMPO 0210/0221 VRB12MPS -TSRA SCT020CB=
9. SPECI LTAC 050835Z 30016KT 6000 -SHSN BKN030 00/M05 Q1023 BECMG 01012KT RMK RWY21L 28016KT RWY03L ////KT RWY21R 29015KT 240V330=
10. UAAA SIGMET 1 VALID 201430/201830 UAAA-
UAAA ALMATY FIR MOD TO SEV TURB FCST N OF N42 W OF E077 BTN FL290/FL370

Текущая аттестация №2. Защита реферата по теме: «Пример реализации системы наукастинга для авиации в мировой практике» - подробный разбор применения методов наукастинга на примере конкретной системы/отдельного аэропорта.

Возможные системы наукастинга:

1. CAN-Now (Канада)
2. WHITE (Winter Hazards In Terminal Environment) (Германия)
3. LAMP (Localized Aviation MOS System) (США)
4. Auto-NowCast (США)
5. AROME-NWC (Франция)
6. SWIRLS (Short-range Warning of Intense Rainstorms in Localized Systems) (Гонконг)
7. ATLAS (Aviation Thunderstorm And Lightning Alerting System)
8. WTMD (США)

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Предмет, задачи авиационной метеорологии и краткая история ее развития. Международное сотрудничество в области авиационной метеорологии. Современные тенденции развития авиационной метеорологии. Глобальный аэронавигационный план.
2. Причины возникновения подъемной силы. Угол атаки крыла. Число Маха. Обтекание при различных скоростях самолета.
3. Особенности динамики полёта самолета. Горизонтальный полет, этапы взлета и посадки воздушного судна. Понятие о потолке самолета.
4. Классификация аэродромов. Навигационные приборы и системы на ВС и аэродромах.
5. Средства наблюдения за метеоусловиями на аэродроме.
6. Влияние температуры и давления на полёты ВС. Стандартная атмосфера. Давление QNH.
7. Влияние ветра на путевую скорость и дальность полета, взлёт и посадку ВС. Навигационный треугольник скоростей.
8. Струйные течения (СТ) и их влияние на полёты ВС. Наблюдение и прогноз СТ.
9. Влияние сдвига ветра на полёты ВС. Причины возникновения сдвига ветра. Обнаружение и прогноз сдвига ветра.
10. Турбулентность в нижних слоях атмосферы. Виды турбулентности и ее влияние на взлет и посадку ВС.
11. Турбулентность в верхних слоях тропосферы и стратосфере. Турбулентность в ясном небе. Болтанка самолета. Прогноз ТЯН.
12. Минимумы погоды.
13. Дальность видимости в авиации. Преобладающая видимость. Явления погоды, ухудшающие видимость. Прогноз видимости.
14. Условия полёта ВС в зоне атмосферных фронтов и в облаках различных форм
15. Влияние конвективных процессов в атмосфере на полёты ВС. Конвективные структуры в атмосфере. Грозы. Прогноз конвективных явлений.
16. Обледенение воздушных судов. Методы борьбы с обледенением. Прогноз обледенения.
17. Особенности полета ВС в зоне тропопаузы. Методы определения высоты тропопаузы и ее прогноз.
18. Влияние вулканического пепла на полеты ВС. Мониторинг и прогноз эволюции облаков вулканического пепла.
19. Влияние озона и космической радиации на полеты ВС
20. Метеорологическое обеспечение гражданской авиации. Структура органов метеообеспечения в РФ. Районы полетной информации. Задачи дежурной смены синоптиков на аэродроме.
21. Авиационные прогнозы погоды и сводки по аэродрому.
22. Сверхкраткосрочный прогноз и наукастинг для авиации. Примеры реализации наукастинга в мировой практике.
23. Климатические описания аэродромов и авиатрасс.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен в устной форме

Шкала и критерии оценивания

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

Основная литература:

1. Богаткин О.Г. Авиационная метеорология. Спб. Изд. РГГМУ, 2005. (Электронный вариант в кафедральном фонде)
2. Шакина Н.П., Иванова А. Р. Прогнозирование метеорологических условий для авиации. Научно-методическое пособие. Москва, Триада лтд., 2016, 312 с. (Электронный вариант в кафедральном фонде)

Дополнительная литература:

1. Баранов А.М., Богаткин О.Г., Goverдовский В.Ф., Еникеева В.Д. Авиационная метеорология. Спб. Гидрометеиздат, 1992.
2. Богаткин О.Г. Авиационные прогнозы погоды. Спб. Изд. «БХВ-Петербург», 2010.
3. Богаткин О.Г., Тараканов Г.Г., Учебный авиационный метеорологический атлас. Метеорологические указания и приложения. Л. Гидрометеиздат, 1990.
4. Инструктивный материал по кодам METAR, SPECI, TAF, М., 2015

5. Инструктивный материал по SIGMET и AIRMET, М., 2015
6. Инструктивный материал по прогнозам погоды в формате GAMET, М., 2015
7. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации. Л. Гидрометеиздат, 1982.
8. Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации. Л., Гидрометеиздат, 1985.
9. Федеральные авиационные правила "Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов" (утв. приказом Министерства транспорта РФ от 3 марта 2014 г. N 60)

- Перечень лицензионного программного обеспечения
Система «ГИС Метео» с местом авиационного синоптика
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 - поисковая система научной информации www.scopus.com
 - электронная база научных публикаций www.webofscience.com
 - оперативная информация и методический кабинет, сайт Гидрометцентра России <http://meteoinfo.ru>, <http://method.hydromet.ru>;
 - официальный сайт «Авиаметтелекома» Росгидромета <http://metavia2.ru>;
 - сайты для пилотов <http://www.avbrief.com/>, <http://www.ais.org.uk/aes/en>
 - ресурс с большим количеством различных синоптических карт и другой метеорологической информацией <http://wetter-zentrale.de/topkarten>
 - международные центры наблюдения за вулканическим пеплом. <https://gis.icao.int/icaovaac/>
 - информация о центрах наблюдения за тропическими циклонами <http://www.wmo.int/pages/prog/www/tcp/Advisories-RSMCs.html>
 - справочник по кодам аэродромов ИКАО <http://www.apinfo.ru/airports/icao.html?M>

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором (лекционные занятия)

Учебная аудитория на 10-15 мест, оборудованная мультимедийной доской и персональными компьютерами с установленной системой ГИС Метео и местом авиационного синоптика (семинарские занятия)

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели):

Ответственный за курс — Железнова Ирина Владимировна,
преподаватели: Железнова Ирина Владимировна

11. Разработчики программы: Железнова Ирина Владимировна, к.г.н., старший научный сотрудник кафедры метеорологии и климатологии