МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
канд. геогр. наук, доцент
С. Ж. Вологжина
«16» апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Наименование дисциплины (модуля)

Б1.В.09 АЭРОЛОГИЯ

Направление подготовки – **05.03.04 Гидрометеорология**

Направленность (профиль) подготовки –
«Метеорология: управление климатическими рисками»

Квалификация выпускника – **бакалавр**

Форма обучения – **очная/заочная**

Согласовано с УМК географического факультета

Протокол № 5 от «16» апреля 2025 г.
Председатель: канд. геогр. наук, доцент

_____ *С. Ж. Вологжина*

Рекомендовано кафедрой метеорологии и физики околоземного космического пространства

Протокол № 3 от «15» апреля 2025 г.
Зав. кафедрой

_____ *И. В. Латышева*

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV Содержание и структура дисциплины (модуля)	
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
4.3 Содержание учебного материала	16
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	16
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	20
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	22
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	23
а) перечень литературы	23
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	23
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	25
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	25
6.2. Программное обеспечение	25
6.3. Технические и электронные средства обучения	25
VII Образовательные технологии	26
VIII Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	28

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Основной целью освоения дисциплины **Б1.В.09 «Аэрология»** является получение теоретических знаний и представлений о методах метеорологических наблюдений и исследований в свободной атмосфере.

Задачи:

- получить теоретические представления о метеорологическом режиме свободной атмосферы;
- получить представления о сущности и специфике метода радиозондирования атмосферы;
- научиться построению и анализу аэрологической диаграммы;
- получить представления о современных методах радиолокации и спутникового мониторинга параметров средней и верхней атмосферы;
- получить представление о специфике информационных технологий, применяемых в аэрологических исследованиях и мониторинге параметров свободной атмосферы.

Выпускники должны уметь профессионально использовать полученные знания в аэрологических методах исследования атмосферы при составлении гидрометеорологических прогнозов и в научно-исследовательских целях.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) **Б1.В.09 «Аэрология»** относится к дисциплинам, формируемыми участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами*:* Б1.О.12.01 «Ведение в метеорологию», Б1.О.17 «Общая метеорология», Б1.О.18 Картография с основами геодезии», Б1.О.21.01 «Автоматизация и коммуникационные технологии в метеорологии», Б1.0.26 «Физическая метеорология», Б1.В.01 «Климатология», Б1.В.06 «Синоптическая метеорология».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Б1.В.07 «Авиационное прогнозирование и наукастинг», Б1.В.10 «Основы численных методов прогноза погоды и климата», Б2.О.04 (Пд) Преддипломная, Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины **Б1.В.09 «Аэрология»** направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»:

ПК-7. Способен использовать стандартное и специализированное программное обеспечение (в т.ч. ГИС-технологии) для подготовки информационно-справочных и аналитических материалов, имеющих гидрометеорологическую направленность.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-7 Способен использовать стандартное и специализированное программное обеспечение (в т.ч. ГИС-технологии) для подготовки информационно-справочных и аналитических материалов, имеющих гидрометеорологическую направленность	**ИДК$_{ПК-7.1}$** Выполняет технологические операции по сбору, обработке, подготовке, анализу и интерпретации гидрометеорологической информации с применением вычислительной техники	**Знать:** - базовые теоретические представления о методах аэрологических исследований в метеорологии. **Уметь:** - использовать навыки обработки данных радиозондирования, дешифрирования, радиолокации в практической и научно-исследовательской деятельности в метеорологии. **Владеть:** - методами и технологиями аэрологических исследований атмосферы.

IV СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов

Форма промежуточной аттестации: экзамен

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов (*очная/заочная форма обучения*)

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	**Введение.** Предмет и задачи аэрологии, требования, предъявляемые к аэрологическим измерениям. Мировая аэрологическая сеть в прошлом и настоящем. Основные этапы истории аэрологии. Горные наблюдения до конца XVIII века. Измерения с борта воздушных шаров и их методические особенности. Шары-зонды, воздушные змеи и главные аэрологические открытия на рубеже XIX-XX веков. Применение самолетов в аэрологии. Изобретение П.А. Молчановым радиозонда и его усовершенствование.	**8/3**	**10/ 9**		**4/1**	**2/1**		**4/7**	тест конспект письменный отчет по практической работе

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	Состояние аэрологических наблюдений к началу XXI века. Сравнительная характеристика существующих методов измерений на высотах.								
2	**Методы контактных наблюдений на высотах.** Измерения характеристик ветра с помощью шаров-пилотов. Метод шаров-пилотов. Подъёмная сила шара-пилота и её изменение с высотой. Уравнение вертикальной скорости шара-пилота и причины ее возможных изменений по мере подъёма. Одноточечные и базисные шаропилотные наблюдения. Графический метод определения показателей ветра (азрологичекий планшет А-30). Особенности аэрологических теодолитов. Оболочки, применяемые для шаров-пилотов и радиозондов и их пластификация. Подъёмные газы для наполнения оболочек, способы получения водорода и техника безопасности на аэрологических станциях. Измерение	**8/3**	**10/ 12**		**4/1**	**2/1**		**4/10**	тест конспект письменный отчет по практической работе

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	температуры, давления и влажности в аэрологии, ограничения и погрешности измерений. Специфика измерений температуры воздуха (жидкостные термометры, термометры сопротивления - металлические, полупроводниковые, электролитические; акустические термометры - фазовые и импульсные; биметаллические термометры; ёмкостные термометры. Датчики влажности (деформационные, гипсотермометры, кварцевые, керамические и др.).								
3	**Основы радиолокации.** Основные виды радиолокации. Амплитудные и фазовые методы пеленга цели, измерений её угловых координат и дальности. Импульсная радиолокационная станция и её технические характеристики. Радиолокация с активным ответом. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения точечной цели. Радиозондирование. Основы	**8/3**	**10/ 12**		**4/1**	**2/1**		**4/10**	тест конспект письменный отчет по практической работе

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	радиозондирования и требования к точности радиозондов. Способы передачи данных на расстоянии (кодовый; временной; числовой; высокочастотный; низкочастотный). Система радиозондирования «Малахит» - А-22 и её этапы. Системы радиозондирования «Метеорит» - РКЗ и «Метеорит-2». Системы радиозондирования «Титан» - МАРЗ и АВК - МРЗ. Современные радиозонды МРЗ-ЗАМ и РФ-95. Новый аэрологический процессор «Эол», станция MAPJ1.Основы аэрологического кода КН-04 и составление аэрологической телеграммы. Зарубежные модели радиозондов. Принцип навигационной системы слежения за радиозондами. Виды специального радиозондирования, актинометрические и озонометрические зонды.								
4	**Самолётное зондирование** Общая характеристика метода, анализ основных	**8/3**	**10/ 12**		**4/1**	**2/1**		**4/10**	тест конспект

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	погрешностей. Особенности самолётных измерений метеорологических величин и наблюдений за погодными явлениями. Измерение температуры и влажности с борта самолётов. Измерения скорости воздушного судна, обледенения, высоты полёта, водности и микроструктуры облаков. Высотные метеорологические мачты. Змейковое зондирование. Характеристики воздушных змеев, основные их виды и способы подъёма.								письменный отчет по практической работе
5	**Аэростатное зондирование**. Общее устройство метеорологических аэростатов, преимущества и ограничения аэростатных. Продолжительность полётов свободных аэростатов. Особенности привязных (змейковых) аэростатов.	**8/3**	**10/ 12**		**4/1**	**2/1**		**4/10**	тест конспект письменный отчет по практической работе
6	**Ракетное зондирование.** Основы реактивного движения, формула Циолковского. Виды метеорологических ракет. Мировая сеть ракетного зондирования, Методы ракетных	**8/3**	**9/ 12**		**4/1**	**1/1**		**4/10**	тест конспект письменный отчет по практической работе

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	измерений давления, температуры, плотности, скорости ветра и газового состава верхней атмосферы.								
7	**Основы радиометеорологии.** Основы и принципы радиометеорологии. Общая характеристика методов дистанционного зондирования. Основные участки электромагнитного спектра и их использование в аэрологии. Система уравнений Максвелла и её видоизменения для разных сред. Основные радиофизические характеристики атмосферы и их особенности в разных средах. Преломляющие свойства атмосферы. Радиорефракция и её разновидности. Ослабляющие свойства атмосферы. Ослабление электромагнитных волн в сухом воздухе и гидрометеорами. Эффективная площадь рассеяния и её формула для случая множественной метеорологической цели. Радиолокационная отражаемость облаков	**8/3**	**9/ 12**		**4/1**	**1/1**		**4/10**	тест конспект письменный отчет по практической работе

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	и осадков. Общая характеристика радиолокационных изображений. Определение форм облаков, интенсивности осадков, водности облаков и опасных явлений погоды по данным радиолокации. Понятия когерентности и доплеровского эффекта применительно к радиолокации. Доплеровские радиолокаторы с непрерывным излучением. Когерентно-импульсные радиолокаторы, достоинства и ограничения их измерений. Применение доплеровской радиолокации в аэрологии.								
8	**Дистанционные методы зондирования и информационные технологии в аэрологии.** Основные законы излучения применительно к микроволновому диапазону электромагнитных волн. Понятия яркостной, эффективной яркостной и антенной температуры. Общие принципы микроволновых радиометров, виды их приёмных устройств	**8/3**	**8/ 16**		**2/3**	**2/3**		**4/10**	тест конспект письменный отчет по практической работе

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	и чувствительность. Основные характеристики российского радиометра МТП-5. Акустическое и радиоакустическое зондирование. Общие положения теории рассеяния звука в атмосфере Уравнение акустической локации. Измерения скорости ветра, характеристик атмосферной турбулентности и определение температурной стратификации с помощью содаров. Основы радиоакустического зондирования и применение радаров в аэрологии. Лазерное зондирование.. Уравнение лазерной локации. Виды рассеяния волн оптического диапазона в атмосфере и их использование в лазерном зондировании. Применение лидаров в аэрологии. Использование атмосфериков для отслеживания гроз. Методы одноточечной пеленгации гроз и сети грозопеленгаторов. Использование гис-технологий и программных средств в								

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
	аэрологии.								
	Контроль самостоятельной работы студентов (КСР)		**3/2**						
	Консультации		**8/4**						
Итого часов			**108/ 108**		**28/10**	**14/10**		**32/77**	**экзамен/экзамен**

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (*очная/заочная форма обучения*)

Семестр /курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8/3	**1.Введение.**	Беседа на заданную тему: Состояние аэрологических наблюдений к началу XXI века. Сравнительная характеристика существующих методов измерений на высотах. Собеседование ведет назначенный студент в присутствии преподавателя.	В течение семестра	4/7	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6
8/3	**2.Методы контактных наблюдений на высотах.**	Подготовка презентации на тему: Датчики влажности (деформационные, гипсотермометры, кварцевые, керамические и др.). Презентацию представляет назначенный студент в присутствии преподавателя.	В течение семестра	4/10	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6
8/3	**3.Основы радиолокации.**	Подготовка презентации на тему: Зарубежные модели радиозондов. Собеседование ведёт назначенный студент в присутствии преподавателя.	В течение семестра	4/10	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6
8/3	**4.Самолётное зондирование**	Подготовка презентации на тему: Измерение температуры и влажности с борта самолётов Презентацию студент представляет с устным докладом. В заключении отвечает на задаваемые вопросы.	В течение семестра	4/10	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6

Семестр /курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
8/3	**5.Аэростатное зондирование.**	Подготовка презентации на тему: Особенности привязных (змейковых) аэростатов». Презентацию студент представляет с устным докладом. В заключении отвечает на задаваемые вопросы.	В течение семестра	4/29	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6
8/3	**6.Ракетное зондирование.**	Подготовка презентации на тему: Виды метеорологических ракет. Собеседование ведёт назначенный студент в присутствии преподавателя	В течение семестра	4/10	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6
8/3	**7.Основы радиометеорологии.**	Подготовка презентации на тему: Ослабляющие свойства атмосферы. Ослабление электромагнитных волн в сухом воздухе и гидрометеорами. Презентацию студент представляет с устным докладом. В заключении отвечает на задаваемые вопросы.	В течение семестра	4/10	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6
8/3	**8.Дистанционные методы зондирования и информационные технологии в аэрологии.**	Подготовка презентации на тему: Использование атмосфериков для отслеживания гроз. Презентацию студент представляет с устным докладом. В заключении отвечает на задаваемые вопросы.	В течение семестра	4/10	Оценка индивидуальных ответов преподавателем и на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1-5 ДЛ: 1-6
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				**32/77**		

4.3 Содержание учебного материала

1. Введение.

1.1.Предмет и задачи аэрологии, требования, предъявляемые к аэрологическим измерениям. Мировая аэрологическая сеть в прошлом и настоящем.

1.2 Основные этапы истории аэрологии. Горные наблюдения до конца XVIII века. Измерения с борта воздушных шаров и их методические особенности. Шары-зонды, воздушные змеи и главные аэрологические открытия на рубеже XIX-XX веков.

1.3 Применение самолетов в аэрологии. Изобретение П.А. Молчановым радиозонда и его усовершенствование.

1.4 Состояние аэрологических наблюдений к началу XXI века. Сравнительная характеристика существующих методов измерений на высотах.

2. Методы контактных наблюдений на высотах.

2.1 Измерения характеристик ветра с помощью шаров-пилотов. Метод шаров-пилотов. Подъёмная сила шара-пилота и её изменение с высотой. Уравнение вертикальной скорости шара-пилота и причины ее возможных изменений по мере подъёма.

2.2 Одноточечные и базисные шаропилотные наблюдения. Графический метод определения показателей ветра (азрологический планшет А-30). Особенности аэрологических теодолитов.

2.3 Оболочки, применяемые для шаров-пилотов и радиозондов и их пластификация. Подъёмные газы для наполнения оболочек, способы получения водорода и техника безопасности на аэрологических станциях.

2.4 Измерение температуры, давления и влажности в аэрологии, ограничения и погрешности измерений.

2.5 Специфика измерений температуры воздуха (жидкостные термометры, термометры сопротивления - металлические, полупроводниковые, электролитические; акустические термометры - фазовые и импульсные; биметаллические термометры; ёмкостные термометры.

2.6 Датчики влажности (деформационные, гипсотермометры, кварцевые, керамические и др.).

3.Основы радиолокации.

3.1 Основные виды радиолокации. Амплитудные и фазовые методы пеленга цели, измерений её угловых координат и дальности.

3.2 Импульсная радиолокационная станция и её технические характеристики.

3.3 Радиолокация с активным ответом. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения точечной цели. Радиозондирование.

3.4 Основы радиозондирования и требования к точности радиозондов.

3.5 Способы передачи данных на расстоянии (кодовый; временной; числовой; высокочастотный; низкочастотный).

3.6 Система радиозондирования «Малахит» - А-22 и её этапы.

3.7 Системы радиозондирования «Метеорит» - РКЗ и «Метеорит-2»

3.8 Системы радиозондирования «Титан» - МАРЗ и АВК - МРЗ.

3.9 Современные радиозонды МРЗ-ЗАМ и РФ-95. Новый аэрологический процессор «Эол», станция МАРЈ1.

3.10 Основы аэрологического кода КН-04 и составление аэрологической телеграммы.

3.11 Зарубежные модели радиозондов. Принцип навигационной системы слежения за радиозондами.

3.12 Виды специального радиозондирования, актинометрические и озонометрические зонды.

4.Самолётное зондирование

4.1 Общая характеристика метода, анализ основных погрешностей.

4.2 Особенности самолётных измерений метеорологических величин и наблюдений за погодными явлениями. Измерение температуры и влажности с борта самолётов

4.3 Измерения скорости воздушного судна, обледенения, высоты полёта, водности и микроструктуры облаков.
4.4 Высотные метеорологические мачты.
4.5 Змейковое зондирование. Характеристики воздушных змеев, основные их виды и способы подъёма.

5.Аэростатное зондирование.

5.1Общее устройство метеорологических аэростатов, преимущества и ограничения аэростатных.
5.2 Продолжительность полётов свободных аэростатов.
5.3 Особенности привязных (змейковых) аэростатов.

6.Ракетное зондирование.

6.1 Основы реактивного движения, формула Циолковского.
6.2 Виды метеорологических ракет. Мировая сеть ракетного зондирования,
6.3 Методы ракетных измерений давления, температуры, плотности, скорости ветра и газового состава верхней атмосферы.

7.Основы радиометеорологии.

7.1 Основы и принципы радиометеорологии.
7.2 Общая характеристика методов дистанционного зондирования. Основные участки электромагнитного спектра и их использование в аэрологии. Система уравнений Максвелла и её видоизменения для разных сред.
7.3 Основные радиофизические характеристики атмосферы и их особенности в разных средах.
7.4 Преломляющие свойства атмосферы. Радиорефракция и её разновидности.
7.5 Ослабляющие свойства атмосферы. Ослабление электромагнитных волн в сухом воздухе и гидрометеорами.
7.6 Эффективная площадь рассеяния и её формула для случая множественной метеорологической цели.
7.7 Радиолокационная отражаемость облаков и осадков..
7.8 Общая характеристика радиолокационных изображений. Определение форм облаков, интенсивности осадков, водности облаков и опасных явлений погоды по данным радиолокации.
7.9 Понятия когерентности и доплеровского эффекта применительно к радиолокации. Доплеровские радиолокаторы с непрерывным излучением.
7.10 Когерентно-импульсные радиолокаторы, достоинства и ограничения их измерений. Применение доплеровской радиолокации в аэрологии.

8.Дистанционные методы зондирования

8.1 Основные законы излучения применительно к микроволновому диапазону электромагнитных волн. Понятия яркостной, эффективной яркостной и антенной температуры.
8.2 Общие принципы микроволновых радиометров, виды их приёмных устройств и чувствительность. Основные характеристики российского радиометра МТП-5.
8.3 Акустическое и радиоакустическое зондирование. Общие положения теории рассеяния звука в атмосфере Уравнение акустической локации. Измерения скорости ветра, характеристик атмосферной турбулентности и определение температурной стратификации с помощью содаров.
8.4 Основы радиоакустического зондирования и применение радаров в аэрологии. Лазерное зондирование.
8.5 .Уравнение лазерной локации.
8.6 Виды рассеяния волн оптического диапазона в атмосфере и их использование в лазерном зондировании. Применение лидаров в аэрологии.
8.7 Использование атмосфериков для отслеживания гроз.
8.8 Методы одноточечной пеленгации гроз и сети грозопеленгаторов.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ (*очная/заочная форма обучения*)

Семестр/ курс	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции* (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
8/3	**I**	В компьютерном классе – практическая работа: «Оперативная аэрологическая сеть. Современное состояние и перспективы развития».	2/1		Защита презентации	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	**II**	В компьютерном классе – практическая работа: «Определение метеорологических величин на стандартных изобарических высотах». *Ответить на контрольные вопросы:* 1. Что такое стандартные изобарические поверхности? 2. Рассчитать вертикальные градиенты температуры воздуха в слое 1000-250 гПа. 3. Оценить состояние атмосферы?	2/1		Защита презентации	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	**III**	В компьютерном классе – практическая работа: «**А**нализ форм радиоэха для различных типов облаков на территории европейской части России». Задание. 1.По данным (http://flymeteo.org/radar/radar.php?radar=ukde) проанализировать форму радиоэха и наблюдаемые формы облаков и явления погоды. 2. Сопоставить полученные данные с данными метеорологических станций. 3. Проанализировать по приземной карте погоды, с какими барическими образованиями связаны наблюдаемые явления погоды.	2/1		Оценка письменного ответа	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**

8/3	**IV**	В компьютерном классе – практическая работа: «Принцип действия индикатора обледенения самолетов». Задание. 1. Составить блок-схему индикатора обледенения. 2. Описать принцип действия прибора. Что служит приемной частью индикатора?	2/1		Оценка письменного ответа	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	**V**	В компьютерном классе – практическая работа: «Построение и анализ данных аэрологической диаграммы». Задание. 1.По данным (http://flymeteo.org/diagram18/kn-04.php) построить аэрологическую диаграмму. 2. Оценить состояние атмосферы по отклонению кривой состояния от кривой стратификации. 3. Выделить слои инверсии и изотермии. Рассчитать интенсивность и мощность слоев инверсии.	2/1		Оценка письменного ответа	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	**VI**	В компьютерном классе – практическая работа: «Определение газового состава атмосферы Земли на основе ракетного зондирования».	1/1		Оценка письменного ответа	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	**VII**	В компьютерном классе – практическая работа: «Радиолокационное исследование ливней»	1/1		Оценка письменного ответа	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	**VIII**	В компьютерном классе – практическая работа: «Методы измерения плотности атмосферы на основе использования эффекта молекулярного рассеяния».	2/3		Оценка письменного ответа	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
Всего часов:			**14/10**			

4.3.2. Перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) (*очная/заочная форма обучения*)

Семестр	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
8/3	I. Введение.	Беседа на заданную тему: «Основные этапы развития космической метеорологии. Классификация дистанционных методов изменения гидрометеорологических величин». ***Задание.*** По литературным источникам проанализировать основные этапы развития космической метеорологии и перспективы ее развития. Собеседование ведет назначенный студент в присутствии преподавателя.	**ПК-7**	**ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	II. Метеорологические искусственные спутники Земли (ИСЗ).	Подготовка презентации на тему: «Основные характеристики ИСЗ. Траектории полёта ИСЗ. Элементы орбиты. Скорость движения спутника. Период обращения и время существования ИСЗ». Презентацию представляет назначенный студент в присутствии преподавателя.	**ПК-7**	**ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	III. Системы электроснабжения. Стабилизация и ориентация ИСЗ.	Беседа на заданную тему: «Влияние метеорологических факторов на установившийся полет». ***Задание.*** А) По литературным источникам повторить характеристики установившегося и неустановившегося полета ИСЗ. Б) Ответить на вопрос: Какие факторы оказывают	**ПК-7**	**ИДК$_{ПК-7.1}$**

		влияние на запуск ИСЗ и полет по орбите? Собеседование ведёт назначенный студент в присутствии преподавателя.		
8/3	IV. Качественная оценка изображений, географическая привязка и монтаж снимков.	Подготовка презентации на тему: «Основные дешифровочные признаки. Дешифрирование снимков подстилающей поверхности». Презентацию представляет назначенный студент в присутствии преподавателя.	**ПК-7**	**ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	V. Облачность различных барических образований.	Выполнение задания в виде домашней контрольной работы по описанию облачности атмосферных фронтов, струйных течений и эволюции облачных полей крупномасштабных возмущений. ***Задание.*** А) По данным снимкам облачного покрова описать основные дешифровочные признаки, по которым Вы распознали данное атмосферное образование. Б) Какие признаки указывают на возможное изменение в их эволюции? В) Возможно ли влияние местных орографических условий на данное барическое образование?	**ПК-7**	**ИДК$_{ПК-7.1}$**
8/3	VI. Измерения в микроволновом диапазоне средствами пассивной локации.	Беседа на заданную тему: «Микроволновой диапазон измерений. Определение солёности морской воды, влагосодержания почвы, водности облаков». ***Задание.*** А) Подготовить сообщение на указанную тему. Б) С применением модели	**ПК-7**	**ИДК$_{ПК-7.1}$**

		CFS и сравнительного анализа снимков облачности показать, как можно оценить влагосодержание облаков. Собеседование ведёт назначенный студент в присутствии преподавателя		
8/3	VII. Измерения в микроволновом диапазоне средствами активной локации.	Самостоятельная подготовка: «Индикация изменений ледниковых покровов в горах, в Гренландии и Антарктиде». ***Задание.*** По данным спутникового мониторинга оценить изменение характеристик ледового покрова в высоких широтах Арктики и Антарктики. Собеседование ведет назначенный студент в присутствии преподавателя.	**ПК-7**	**ИДК$_{ПК-7.1}$**

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Методические указания по организации самостоятельной работы, с подробным описанием каждого задания, представленного в таблице 4.3.2, размещены в ЭИОС по соответствующей дисциплине **«Аэрология».**

Устный опрос: Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного теоретического материала данного курса. При подготовке следует внимательно изучить вопросы для подготовки, использовать лекционный материал, презентации преподавателя и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной в данной программе дополнительной литературой. Готовясь к устному опросу, студент должен, внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую литературу. При этом важно научиться выделять в рассматриваемой проблеме самое главное и сосредотачивать на нем основное внимание при подготовке. Ответ на каждый вопрос должен быть доказательным и аргументированным, студенту нужно уметь отстаивать свою точку зрения. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Работа с литературой (подготовка письменных ответов): студенту следует изучить список основной и дополнительной литературы, указанный в программе дисциплины. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода). При оформлении письменного ответа на вопрос необходимо продумывать каждое предложение, стремиться к емкости предложения. Пользуясь справочными изданиями, выяснить значения терминов, понятий.

Доклад и презентация: Самостоятельную работу над темой доклада следует начать с изучения литературы. В поисках литературы по заданной тематике необходимо

обратиться к библиотечным каталогам, справочникам, тематическим аннотированным указателям литературы, периодическим изданиям (газетам и журналам), электронным каталогам, Интернету. Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет как в России, так и за рубежом. Осуществив отбор необходимой литературы, студенту необходимо составить рабочий план доклада. В соответствии с составленным планом производится распределение материала по разделам доклада. Необходимо отмечать основные, представляющие наибольший интерес положения изучаемого источника. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным. Изучая литературу, студент должен показать все многообразие точек зрения, а в случае выбора какой-либо одной из них аргументировано обосновать свою позицию. Продолжительность доклада не более 15-20 минут. Для получения положительной оценки наличие компьютерной презентации обязательно. Для подготовки компьютерной презентации используется специализированная программа PowerPoint, Canva. Презентация предполагает сочетание информации различных типов: графических изображений, анимации и видеофрагментов. Графическая информация рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде. Желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки. Все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле. *Презентация должна содержать минимум текста.*

Эссе: Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. Объем работы должен составлять не более 5 страниц.

Реферат: Выбор темы реферата определяется студентом самостоятельно в соответствии с перечнем тем, предлагаемых преподавателем. Структура реферат должна включать: введение, основную часть, заключение и список литературы. Введение должно включать в себя краткое обоснование актуальности темы реферата. В этой части необходимо также показать, почему данный вопрос может представлять научный интерес и какое может иметь практическое значение. Студент должен выделить цель и задачи, которые требуется решить для реализации цели. Основная часть реферата содержит материал, который отобран для рассмотрения проблемы. Необходимо обратить внимание на обоснованность распределения материала на параграфы, умение формулировать их название, соблюдение логики изложения. Основная часть реферата, кроме содержания, выбранного из разных научных источников, также должна включать в себя собственное мнение автора и самостоятельно сформулированные выводы, опирающиеся на приведенные факты. Заключение – часть реферата, в которой формулируются выводы по параграфам, обращается внимание на выполнение поставленных во введении задач и цели. Заключение должно быть четким, кратким, вытекающим из основной части. Объем реферата – 15-20 страниц.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

1. Основы дистанционного зондирования Земли и фотограмметрических работ при изысканиях для строительства инженерных сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. М. Олейник, А. М. Попов, М. А. Подковырова, А. Ф. Николаев. - Электрон. текстовые дан. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. - 186 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9961-1180-0+
2. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Е. Привалов, А. Э. Фотиади, В. Г. Шеманин. - Электрон. текстовые дан. - Москва:

Лань, 2013. - 288 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1370-6 : Б. ц.+
3. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами: учеб. пособие / В. А. Малинников [и др.]. - Москва: Изд-во МИИГАиК, 2009. - 142 с; есть. - Режим доступа: ЭБС "Руконт". - Неогранич. доступ. +
4. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е. Н. Сутырина. - ЭВК. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0801-9+
5. Капустин А. В. Технические средства гидрометеорологической службы: учеб. пособие для подготовки офицеров запаса и студ. вузов по гидрометеоролог. спец. / А. В. Капустин, Н. Л. Сторожук. - СПб.: Энергомашиностроение, 2005. - 283 с. (30 экз.)+

б) дополнительная литература

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы / Л.Т. Матвеев. - СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. – 778 с. (15 экз.).+

в*) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы-не предусмотрено.*

г) базы данных, информационно–справочные и поисковые системы

- Сайт «Гидрометцентра России», оперативная информация, включая спутниковые данные, методический кабинет - http://meteoinfo.ru
- Сайт ФГБУ «НИЦ «Планета» - https://planet.iitp.ru/index1.html
https://planet.iitp.ru/index1.html
- Архив спутниковых данных облачного покрова Прибайкалья и Иркутской области Института солнечно-земной физики СО РАН -ru.iszf.irk.ru
- Сайт Института космических исследований РАН -http://smis.iki.ru
- Немецкая страница погоды с данными МИСЗ - http://wetter-zentrale.de/topkarten
- Венский институт геодинамики, концептуальные модели синоптических спутниковых систем, теория и описание отдельных случаев - http://www.zamg.ac.at
- МИСЗ высокого разрешения «Terra", "Aqua", 36 каналов, разрешение от 250 до 4 км - http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/production
- Научно-исследовательский Центр мониторинга Земли из Космоса - http://ntzomz.ru
- Данные МИСЗ ГОЕС-
http://www.ecmwf.int/products/forecasts/d/charts/monitoring/satellite/goes
-Данные Терра,Аква -
http://www.ecmwf.int/products/forecasts/d/charts/monitoring/satellite/airs
- Сайт европейской организации метеорологических спутниковых исследований и оперативного обеспечения информацией - http://www.eumetsat.int
- Данные об аномалии уровня морской поверхности, абсолютной динамической топографии, волнения ветра, течения - http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/ (содержатся океанографические данные - http://www.aviso.oceanobs.com/en/data/products.html

Каждый студент обеспечен индивидуальным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» к следующим электронно-библиотечным системам:

- (электронным библиотекам – ЭБС; электронный читальный зал - ЭЧЗ);
- ЭБС «Издательство Лань»;
- ЭБС ЭЧЗ «Библиотех»;
- ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт»;
- ЭБС «Айбукс.ру/ibooks.ru»;
- Электронная библиотека «Интуит.ру»;
- Электронная библиотека «Академия»;
- Электронно-библиотечная система «ЭБС Юрайт»;
-Электронная библиотека диссертаций РГБ;

-ЭБС «Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU»;
-ЭКБСОН Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» (НЭБ).

VI.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий

Компьютерные классы для выполнения практических и самостоятельных работ (ауд.324, 427).

6.2. Программное обеспечение:

- Libreoffice (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: http://www.libreoffice.org/about-us/licenses/ (бессрочно).
- ОС «Альт Образование». Лицензия № ААО.0323.00 от 01.05.2023 (3 года).
- GIS QGIS (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://qgis.org/ru/site/ (бессрочно).
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition (обновляемое ПО) Лицензия № 1B08-211201-040133-810-136 от 12.01.2021 (2 года).
- 7zip (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.7-zip.org/license.txt (бессрочно).
- Adobe Reader DC 2019.008.20071 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://wwwimages2.adobe.com/www.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses-terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf (бессрочно).
- Google Chrome (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula_text.html (бессрочно).
- Mozilla Firefox (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/ (бессрочно).
- AST-Test plus 75. Лицензионный договор Л-129-21 от 01.05.2021 (3 года).
- «Антиплагиат.ВУЗ». Номер лицензии: №5789/347/22 от 30.12.2022 от 30.12.2022 (1 год)
- GIMP 2.8.18 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.gimp.org/about/COPYING (бессрочно).
- Inkscape 0.92 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://inkscape.org/en/about/license/ (Программа распространяется на условиях GNU General Public License.) (бессрочно).
- Система автоматизации библиотек ИРБИС64 (ежегодно обновляемое ПО). Договор подряда 04-040-12 от 21.09.2012 Лицензия№670/1 от 16.12.2015 (бессрочно).
- 2GIS (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: http://law.2gis.ru/licensing-agreement/ (бессрочно).
- Mapinfo Professional 16. Лицензионный сертификат S/N MINWRS150001065 от 12.01.2017 (бессрочно).

6.3. Технические и электронные средства:

Преподавание дисциплины **«Аэрология»** ведется с применением следующих видов образовательных технологий.

В рамках лекционных занятий для обеспечения функций наглядности используется соответствующий тематике занятия иллюстрационный материал, переведенный в электронный формат и оформленный в виде презентаций. Для проведения практических

работ используются комплекты приземных и высотных синоптических карт, архив космических снимков облачности ИСЗФ СО РАН, выходные данные численных моделей и продукция подразделений Росгидромета.

По каждой теме дисциплины подготовлены презентации, размещенные в открытом доступе в ЭИОС. **(*очная/заочная форма обучения*)**

Семестр /курс	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы/технологии дистанционного, интерактивного обучения	Количество часов
6/4	1.Введение.	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	4/1
6/4	2.Методы контактных наблюдений на высотах.	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	4/1
6/4	3.Основы радиолокации.	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	4/1
6/4	4.Самолётное зондирование	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	4/1
6/4	5.Аэростатное зондирование.	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	4/1
6/4	6.Ракетное зондирование.	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	4/1
6/4	7.Основы радиометеорологии.	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	4/1
6/4	8.Дистанционные методы зондирования и информационные технологии в аэрологии.	Лекция	https://www.canva.com/ru_ru/sozdat/prezentatsiya/ teams.microsoft.com	2/3

VII.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины **«Аэрология»** ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по проходимым темам.

Проектная технология: организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

Проблемное обучение: стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

Контекстное обучение: мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

Обучение на основе опыта: активизация познавательной деятельности студента проводится за счет ассоциации и собственного опыта.

Обучение критическому мышлению: построение занятия по определенному алгоритму – последовательно, в соответствии с тремя фазами: вызов, осмысление и рефлексия. Цель данной образовательной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только при изучении учебных предметов, но и в обычной жизни, и в профессиональной деятельности (умение принимать взвешенные решения, работать с информацией и др.).

Станционное обучение: организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

VIII.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (*очная и заочная форма обучения*)

8.1 Оценочные материалы (ОМ):

Оценочные материалы для входного контроля – не предусмотрены.

Оценочные материалы текущего контроля

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
1.Введение.	Знает цели и задачи предмета аэрологии.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	**ПК-7** **ИДК$_{ПК-7.1}$**
2.Методы контактных наблюдений на высотах.	Знает принципы и методы контактных наблюдений на высотах.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	**ПК-7** **ИДК$_{ПК-7.1}$**
3.Основы радиолокации.	Имеет представление о методах радиолокации в метеорологии.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	**ПК-7** **ИДК$_{ПК-7.1}$**
4.Самолётное зондирование	Имеет представление о методах самолетного зондирования атмосферы.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	**ПК-7** **ИДК$_{ПК-7.1}$**
5.Аэростатное зондирование.	Знает основные принципы и методы аэростатного зондирования.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	**ПК-7** **ИДК$_{ПК-7.1}$**
6.Ракетное зондирование.	Знает основные принципы и методы ракетного зондирования.	Владеет материалом данного раздела.	**ПК-7** **ИДК$_{ПК-7.1}$**

Тема или раздел дисциплины	Показатель	Критерий оценивания	Формируемые компетенции и индикаторы
		Знает ответы на контрольные вопросы.	
7.Основы радиометеорологии.	Знает теоретические подходы, используемые в радиометеорологии.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**
8.Дистанционные методы зондирования и информационные технологии в аэрологии.	Знает методы космического дешифрирования и преимущества использования информационных технологий и систем в аэрологии.	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы.	**ПК-7 ИДК$_{ПК-7.1}$**

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы (текущий контроль, формирование компетенций):

«5» (отлично) - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (хорошо) - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (удовлетворительно) - дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«2» (неудовлетворительно) - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Критерии оценки эссе (формирование компетенций):

зачтено: Смысл высказывания полностью раскрыт, а содержание ответа дает представление об его понимании, избранная тема раскрывается с опорой на соответствующие понятия, теоретические положения, приведены доказательства

выдвинутой гипотезы, достигнуто смысловое единство текста, дополнительно привлечены материалы, заключение содержит аргументированные выводы.
незачтено: Смысл высказывания не раскрыт, содержание ответа не даёт представления об его понимании, аргументация на теоретическом уровне отсутствует (смысл ключевых понятий не объяснен; теоретические положения, выводы отсутствуют), не достигнуто смысловое единство текста, заключение не содержит выводов или выводы не логичны и не аргументированы.

Критерии оценки практических заданий (формирование компетенций):
«5» (отлично): выполнены все задания практических работ, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;
«4» (хорошо): выполнены все задания практических работ, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;
«3» (удовлетворительно): выполнены все задания практических работ с замечаниями, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;
«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания практических работ, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

Критерии оценивания индивидуального отчета о выполнении практических работ (текущий контроль, формирование компетенций):
«5» (отлично) - выполнены все задания практической работы; работа выполнена в срок, оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы при защите отчета;
«4» (хорошо) – теоретическая часть и расчеты практической работы выполнены с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок, в оформлении, структуре и стиле проекта нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя при защите отчета;
«3» (удовлетворительно) - выполненные задания практической работы имеют значительные замечания; работа выполнена с нарушением графика, в оформлении, структуре и стиле работы есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; ответы не на все вопросы при защите отчета;
«2» (неудовлетворительно) - задания в практической работе выполнены не полностью или неправильно; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения; оформление работы не соответствует требованиям; нет ответов на вопросы при защите отчета.

Тематика заданий для самостоятельной работы

1. Основные этапы развития аэрологических исследований. Перспективы аэрологических исследований.
2. Особенности, связанные с измерением широкого диапазона метеорологических величин и их большой пространственно-временной изменчивостью.
3. Классификация аэрологических исследований.
4. Однопунктные шаропилотные наблюдения. Свободная подъемная сила шара-пилота.
5. Вертикальная скорость шара-пилота. Способы определения вертикальной скорости. Фактические условия движения шара-пилота в атмосфере.

6. Базисные шаро-пилотные наблюдения. Вычисление высоты шаро-пилота проектированием на горизонтальную поверхность.

7. Радиоветровые наблюдения (радиотеодолитные, радиолокационные и радиопилотные).

8. Шаропилотные оболочки. Способы получения водорода на станциях и техника безопасности при его добывании и хранении.

9. Метод радиозондов. Классификация способов телеизмерений.

10. Устройство Р/З типа РКЗ и МАРЗ.

11. Поверка основных электрических характеристик р/з РКЗ.

12. Выдержки радиозондов и обработка контрольной поверки и выдержки.

13. Принцип обработки выпуска р/з РКЗ.

14. Актинометрическое зондирование атмосферы. Устройство р/з АРЗ.

15. Измерение содержания озона.

16. Устройство р/з-А-22.Контрольная поверка и выдержка радиозонда.

17. Радиотелеметрическая система "Малахит"-А-22.Принцип пеленгации р/з.

18. Принцип обработки сигналов р/з А-22.

19. Метеорологические ракеты. Элементы полёта, измерение метеорологических характеристик при ракетном зондировании.

20. Метод самолетного зондирования атмосферы. Аэронавигационные приборы.

21. Самолётные метеорографы.

22. Измерение турбулентности, обледенения и основных микрофизических характеристик облаков.

23. Основные законы распространения радиоволн.

24. Основное уравнение радиолокации одиночной цели.

25. Уравнение радиолокации метеорологических целей.

26. Измерения, выполняемые с помощью привязных и свободных аэростатов..

27. Определение основных радиолокационных характеристик: вертикальных и

28. горизонтальных размеров, интенсивности радиоэха, типов и форм облачности, грозоопасности.

29. Метеорологические радиолокационные станции.

30. Правила техники безопасности при работе с электрическими установками.

Тематика рефератов

1. Радиолокационная отражаемость облаков и осадков.
2. Российский импульсный метеорологический радиолокатор MPJ1-5.
3. Радиолокационная сеть в России и в мире.
4. Общая характеристика радиолокационных изображений.
5. Определение форм облаков, интенсивности осадков, водности облаков и опасных явлений погоды по данным радиолокации.
6. Доплеровские радиолокаторы.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Какие из методов контактных аэрологических измерений были в прошлом повторно востребованы для массовой практики наблюдений и почему?
2. При каких допущениях подъёмную силу шара-пилота можно считать постоянной?
3. Почему аэрологические теодолиты на кораблях оснащены двумя объективными трубами?
4. Почему на аэрологических станциях в Антарктиде используют газогенераторы низкого давления?
5. Почему частота зондирования в радиозондировании исторически сместилась из метрового диапазона в дециметровый?
6. Какие уровни относят к особым точкам при составлении аэрологической телеграммы?

7. Почему для пеленгации радиозонда в навигационных системах требуется, по меньшей мере, три станции?
8. На каких высотах продолжительность полётов свободных аэростатов в среднем наибольшая и почему?
9. Общее строение атмосферы, понятие о стандартной и справочной атмосферах.
10. Стратосферные и мезосферные облака.
11. Современные изменения температуры средней и верхней атмосферы.
12. Виды дистанционного зондирования атмосферы.
13. Как меняется диэлектрическая проницаемость с увеличением атмосферного давления и почему?
14. Какие виды облаков наименее успешно прослеживаются с помощью импульсных радиолокаторов и почему?
15. Какие облачные образования можно проследить на удалении 500 км от радиолокатора?
16. Можно ли измерить вертикальный профиль вектора скорости ветра в атмосфере с помощью только одной антенны доплеровского радиолокатора?
17. Можно ли измерить мощность и интенсивность приподнятой инверсии с помощью содара?
18. С помощью каких видов лидаров можно измерить температуру воздуха и его газовый состав?
19. Радиолокационная отражаемость облаков и осадков, импульсные радиолокаторы.
20. Определение форм облаков и опасных явлений погоды на индикаторах радиолокаторов.
21.Общая характеристика гроз, электрическая структура грозового облака. Определение местоположения гроз с помощью грозопеленгаторов.
22. Сеть грозопеленгации LS8000.
23. Код КН-04

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена или зачета).

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	проверочный тест	I-VIII	**ПК-7** **ИДК$_{ПК-7.1}$**

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:
Демонстрационный вариант теста №1

Подробные методические рекомендации по выполнению работ представлены в ЭИОС.

федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Аэрология

Направления подготовки: 05.03.04 Гидрометеорология

1. Особенности измерений метеорологических величин в свободной атмосфере.
2. Специфика измерения влажности воздуха на высотах
3. Виды классификации радиолокационных систем.

Педагогический работник_____
(подпись)

Заведующий кафедрой_____
(подпись)

Дата

Критерии оценки к экзамену (*очная и заочная форма обучения*)

Критерии оценки	Оценка
1. Раскрыто содержание материала билета: исчерпывающие и аргументированные ответы на вопросы в билете. 2. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, не требует дополнительных пояснений, точно используется терминология. 3. Демонстрируются глубокие знания. 4. Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы	отлично
1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие пробелы (неточности), не исказившие содержание ответа. 3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. 4. При ответе на дополнительные вопросы полные ответы даны только при помощи наводящих вопросов.	хорошо
Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса. 2. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении	удовлетворительно

понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов. 3. Демонстрируются поверхностные знания; имеются затруднения с выводами. 4. При ответе на дополнительные вопросы ответы даются только при помощи наводящих вопросов.	
1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине, не раскрыто его основное содержание. 2. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов. 3. Демонстрирует незнание и непонимание существа экзаменационных вопросов. 4. Не даны ответы на дополнительные или наводящие вопросы.	неудовлетворительно

Разработчик:



доцент кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства К.А. Лощенко

(подпись) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 05.03.04 Гидрометеорология, направленность (профиль) «Метеорология: управление климатическими рисками»

Программа рассмотрена на заседании кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства

Протокол № 3 от «15» апреля 2025 г.

Зав. кафедрой *И. В. Латышева*

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Лист согласования, дополнений и изменений
на 2026/2027 учебный год

Изменений в рабочей программе дисциплины на 2026/2027 учебный год нет.

Декан географического факультета Вологжина С.Ж.