



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

Согласовано с УМК:
географического факультета
Протокол № 6 от «18» июня 2021 г.

Председатель: к.г.н.


С.Ж. Воложина

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины **Б1.О.19 Актинометрия**

Направление подготовки **05.03.04 Гидрометеорология**

Направленность (профиль) подготовки **Информационные технологии в метеорологии**

Квалификация выпускника - **бакалавр**

Форма обучения **очная/заочная** (программа реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий частично)

Согласовано с УМК географического
факультета:
Протокол № 6 от «18» июня 2021 г.
Председатель  С.Ж. Воложина

Рекомендовано кафедрой метеорологии и
физики околоземного космического про-
странства:
Протокол № 7 от «15» июня 2021 г.
Зав. кафедрой  И.В. Латышева

Иркутск 2021 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
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3. Содержание учебного материала	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	8
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	9
а) перечень литературы	9
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	9
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	9
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	9
6.2. Программное обеспечение:	9
6.3. Технические и электронные средства обучения:	10
VII. Образовательные технологии	10
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	11

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Цель: формирование у студентов знаний, позволяющих им понимать процессы переноса лучистой энергии в атмосфере, о радиационном режиме атмосферы и земной поверхности.

Задачи:

1. Сформировать представления о целях, задачах, возможностях и проблемах современной актинометрии, об актинометрических величинах.
2. Сформировать систему знаний в области понимания физических процессов лучистого обмена, происходящих в системе земля-атмосфера.
3. Дать студентам общие сведения об актинометрических приборах и о физической основе их работы.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.О.19 Актинометрия относится к обязательной части образовательной программы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.17 Общая метеорология, Б1.О.21.01 Методы и средства метеорологических наблюдений, Б1.О.15 Физика, Б1.О.16.01 Аналитическая геометрия и высшая алгебра. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Б1.В.01 Климатология, Б1.О.26 Физическая метеорология, Б1.О.27 Солнечно-земная физика, Б1.В.06 Синоптическая метеорология, Б1.В.ДВ.02.02 Гидрометеорология опасных явлений.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология:

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ОПК-3</i> Способен решать задачи профессиональной деятельности в области гидрометеорологии, в том числе осуществлять гидрометеорологические расчеты и участвовать в разработке прогнозов (погоды, химического состава атмосферы и гидросферы)	<i>ИДК_{ОПК3.1}</i> Использует стандартное измерительно-аналитические оборудование для проведения гидрометеорологических работ, в том числе в процессе полевых исследований	<i>Знать:</i> особенности проведения актинометрических работ, в том числе измерений в естественных условиях, методы прямых и косвенных измерений; <i>Уметь:</i> организовать и провести необходимые измерения с учётом необходимых приборов и методов; <i>Владеть:</i> способами обработки и анализа результатов измерений.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

Форма промежуточной аттестации: зачет

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

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Лучистая энергия. Основные определения и понятия	2/1	26/25		8/2	8/1	2	8/22	Устный опрос; Отчет по выполнению расчетно-графической работы
2	Основные законы теплового излучения	2/1	26/26		8/2	8/1	2/1	8/22	Устный опрос; Отчет по выполнению расчетно-графической работы
3	Методы актинометрических наблюдений	2/1	26/26		8/2	8/2	2	8/22	Устный опрос; Отчет по выполнению расчетно-

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр/курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
									графической работы
4	Радиационный баланс	2/1	27/27		8/2	8/2	2/1	9/22	Устный опрос; Отчет по выполнению расчетно-графической работы
	Контроль самостоятельной работы	2/1	3/2						
	Промежуточная аттестация	2/1	0/2						Зачет
Итого часов			108/108		32/8	32/6	8/2	33/88	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (очная/заочная):

Семестр/курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2/1	Лучистая энергия. Основные определения и понятия	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	8/22	Отчет	основная литература [1; 2; 3], дополнительная [1; 2], информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б)

Семестр/курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
2/1	Основные законы теплового излучения	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	8/22	Отчет	основная литература [1; 2; 3], дополнительная [1; 2], информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б)
2/1	Методы актинометрических наблюдений	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	8/22	Отчет	основная литература [1; 2; 3], дополнительная [1; 2], информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б)
2/1	Радиационный баланс	Расчетно-графическая работа	В течение семестра	9/22	Отчет	основная литература [1; 2; 3], дополнительная [1; 2], информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				33/88		

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Лучистая энергия. Основные определения и понятия

- 1.1 Солнце как источник радиации. Понятие о звёздных температурах
- 1.2 Общие сведения о потоках лучистой энергии в атмосфере
- 1.3 Основные количественные характеристики поля излучения
 - 1.3.1 Интенсивность излучения
 - 1.3.2 Поток излучения
 - 1.3.3 Коэффициент излучения
 - 1.3.4 Коэффициент поглощения
 - 1.3.5 Коэффициент рассеяния
 - 1.3.6 Отражательная способность
 - 1.3.7 Функции поглощения и пропускания

Тема 2. Основные законы теплового излучения

- 2.1 Закон Кирхгофа
- 2.2 Закон Планка
- 2.3 Закон Стефана-Больцмана
- 2.4 Закон смещения Вина
- 2.5 Тепловое излучение реальных тел
 - 2.5.1 Тепловое излучение диэлектриков
 - 2.5.2 Тепловое излучение проводников
 - 2.5.3 Тепловое излучение естественных поверхностей
- 2.6 Уравнение переноса лучистой энергии для стационарного поля излучения

Тема 3. Методы актинометрических наблюдений

- 3.1 Общая характеристика методов измерения лучистой энергии
- 3.2 Приборы для измерения прямой солнечной радиации
 - 3.2.1 Компенсационный пиргелиометр Онгстрема
 - 3.2.2 Актинометр Михельсона
 - 3.2.3 Термоэлектрический актинометр Савинова-Янишевского
- 3.3 Приборы для измерения суммарной, рассеянной радиации и альбедо
 - 3.3.1 Пиранометр Янишевского
 - 3.3.2 Зарубежные модели пиранометров
- 3.4 Приборы для измерения яркости и освещенности
- 3.5 Приборы для измерения радиационного баланса и эффективного излучения
 - 3.5.1 Балансомер Янишевского
 - 3.5.2 Дифференциальный балансомер Лайхтмана и Кучерова
 - 3.5.3 Балансомер Айзенштата
 - 3.5.4 Зарубежные модели балансомеров
- 3.6 Основные типы аппаратуры для спектральных измерений
 - 3.6.1 Применение светофильтров
 - 3.6.2 Спектральная аппаратура

Тема 4. Радиационный баланс

- 4.1 Наблюдаемые закономерности изменения радиационного баланса
 - 4.1.1 Суточный ход
 - 4.1.2 Годовой ход
 - 4.1.3 Влияние увлажнения
 - 4.1.4 Влияние лесонасаждений
 - 4.1.5 Суммы радиационного баланса
- 4.2 Результаты расчётов радиационного баланса подстилающей поверхности
- 4.3 Радиационный баланс склонов
- 4.4 Радиационный и тепловой балансы атмосферы и системы земная поверхность-атмосфера

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ (очная/заочная):

№ п/п	№ 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
1	Тема 1	Изучение приборов для измерения яркости и освещенности. Градуировка фоторезистора	8/1		Отчет по практической работе	ОПК-3 (ИДК _{ОПК3.1})
2	Тема 2	Изучение актинометров Михельсона и Савинова-Янишевского	8/1		Отчет по практической работе	ОПК-3 (ИДК _{ОПК3.1})
3	Тема 3	Изучение пиранометра Янишевского	8/2		Отчет по практической работе	ОПК-3 (ИДК _{ОПК3.1})
4	Тема 4	Изучение балансомеров Янишевского, Лайхтмана-Кучерова и Айзенштата	8/2		Отчет по практической работе	ОПК-3 (ИДК _{ОПК3.1})

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Тема 1	Используя поисковые системы сети Интернет, составить конспект на тему: «Зарубежные модели актинометров»	ОПК-3	ИДК _{ОПК3.1}
2	Тема 2	Используя поисковые системы сети Интернет, составить конспект на тему: «Зарубежные модели пиранометров»	ОПК-3	ИДК _{ОПК3.1}
3	Тема 3	Используя поисковые системы сети Интернет, составить конспект на тему: «Зарубежные модели пиргелиометров»	ОПК-3	ИДК _{ОПК3.1}
4	Тема 4	Используя поисковые системы сети Интернет, составить конспект на тему: «Зарубежные модели балансомеров»	ОПК-3	ИДК _{ОПК3.1}

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.

Для выполнения всех перечисленных самостоятельных работ студенту предоставляется возможность использования: одного из трех компьютерных классов во внеучебное время (предварительная запись у дежурных в классе, все компьютеры подключены к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета), фондов стационарной библиотеки в 6-м корпусе и фундаментальной библиотеки ИГУ, читальных залов Институтов академии наук (согласно заключенным с ними Договорами), фондов библиотеки Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, индивидуальных консультаций с преподавателями факультета (согласно графику еженедельных консультаций).

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

а) перечень литературы

Основная:

1. Введение в физику Солнца : в 2-х ч.: Учеб. пособие / Р. Т. Сотникова [и др.]. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 195 с. - ISBN 978-5-9624-0622-0
2. Кочугова Е. А. Методы и средства гидрометеорологических наблюдений : учеб.-метод. пособие / Е. А. Кочугова ; Иркутский гос. ун-т, Географ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 120 с. (57 экз.)
3. Кондратьев К. Я. Актинометрия : учебное пособие / К. Я. Кондратьев Гидрометеорологическое издательство, Ленинград, 1965 г., 692 стр., УДК: 551.521
4. Марчук Г. И. и др. Радиационный баланс Земли: ключевые аспекты / Г. И. Марчук, К. Я. Кондратьев, В. В. Козодеров. – М.: Наука, 1988. – 224 стр. ISBN 5-02-000729-3

Дополнительная:

1. Оболенский, В. Н. Краткий курс метеорологии / В. Н. Оболенский. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 200 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-10497-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495075> (дата обращения: 16.05.2022).
2. Святский, Д. О. Занимательная метеорология / Д. О. Святский, Т. Н. Кладо. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 212 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-09300-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495328> (дата обращения: 16.05.2022).

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.meteoinfo.ru/> – сайт ФГБУ “Гидрометцентр России”;
2. <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncer.reanalysis.html> – архив NCEP/NCAR Reanalysis;
3. <http://www.nwircp.ru/uncert.htm> – Неопределенности данных наблюдений и численного моделирования климата (электронный ресурс);
5. <https://matplotlib.org/stable/gallery/index> – Образцы библиотеки Matplotlib;
6. <https://numpy.org/doc/stable/> – Официальная документация Numpy;
7. <https://pandas.pydata.org/docs/> – Официальная документация Pandas;
8. Каталог солнечных наблюдений Helioviewer <https://helioviewer.org/>
9. Центр мониторинга солнечной активности <https://www.solarmonitor.org/>
10. Виртуальная солнечная обсерватория <https://sdac.virtualsolar.org/cgi/search>
11. Мировой центр данных по солнечно-земной физике <http://www.wdcb.ru/stp/data.ru.html>
12. Центр прогнозов космической погоды (ИЗМИРАН) <http://spaceweather.izmiran.ru/>
13. Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН <http://ru.iszf.irk.ru>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Лекционные занятия проходят в аудитории на 30 посадочных мест с мультимедийным оборудованием и учебной мебелью. Практические занятия проходят в компьютерном классе на 30 посадочных мест.

6.2. Программное обеспечение:

Microsoft Office 365; Quantum GIS; Adobe Acrobat XI; Stadia; Statgraf; Surfer; Matlab.

6.3. Технические и электронные средства обучения:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации с применением мультимедийного оборудования.

Персональные компьютеры для выполнения практических и самостоятельных работ. По каждой теме дисциплины подготовлены презентации.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины 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.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения (очная/заочная):

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Лучистая энергия. Основные определения и понятия	Лекция/Практические занятия/Самостоятельная работа	Информационные технологии/ Проблемное обучение	8/8/8 2/1/22
2	Основные законы теплового излучения	Лекция/Практические занятия/Самостоятельная работа	Информационные технологии/ Проектная технология	8/8/8 2/1/22
3	Методы актинометрических наблюдений	Лекция/Практические занятия/Самостоятельная работа	Информационные технологии/ Обучение на основе опыта/ Контекстное обучение	8/8/8 2/2/22
4	Радиационный баланс	Лекция/Практические занятия/Самостоятельная работа	Информационные технологии/ Обучение критическому мышлению	8/8/9 2/2/22
Итого часов				97 102

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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
Лучистая энергия. Основные определения и понятия	Знает основы преобразования лучистой энергии в атмосфере	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы. Выполнил самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	<i>ОПК-3 (ИДК_{ОПК3.1})</i>
Основные законы теплового излучения	Знает основы законов теплового излучения	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы. Выполнил самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	<i>ОПК-3 (ИДК_{ОПК3.1})</i>
Методы актинометрических наблюдений	Знает основы методов актинометрических измерений	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы. Выполнил самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	<i>ОПК-3 (ИДК_{ОПК3.1})</i>
Радиационный баланс	Знает основные составляющие радиационного баланса и его закономерности	Владеет материалом данного раздела. Знает ответы на контрольные вопросы. Выполнил самостоятельную работу с оценкой не ниже «удовлетворительно».	<i>ОПК-3 (ИДК_{ОПК3.1})</i>

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета

Примерный перечень вопросов и заданий к зачету:

1. Солнце как источник радиации. Понятие о звёздных температурах
2. Общие сведения о потоках лучистой энергии в атмосфере
3. Интенсивность излучения
4. Поток излучения
5. Коэффициент излучения
6. Коэффициент поглощения
7. Коэффициент рассеяния
8. Отражательная способность
9. Функции поглощения и пропускания
10. Закон Кирхгофа
11. Закон Планка
12. Закон Стефана-Больцмана
13. Закон смещения Вина
14. Тепловое излучение диэлектриков
15. Тепловое излучение проводников
16. Тепловое излучение естественных поверхностей
17. Уравнение переноса лучистой энергии для стационарного поля излучения
18. Общая характеристика методов измерения лучистой энергии

19. Компенсационный пиргелиометр Онгстрема
20. Актинометр Михельсона
21. Термоэлектрический актинометр Савинова-Янишевского
22. Пиранометр Янишевского
23. Зарубежные модели пиранометров
24. Приборы для измерения яркости и освещенности
25. Балансомер Янишевского
26. Дифференциальный балансомер Лайхтмана и Кучерова
27. Балансомер Айзенштата
28. Зарубежные модели балансомеров
29. Суточный ход радиационного баланса
30. Годовой ход радиационного баланса
31. Влияние увлажнения на радиационный баланс
32. Влияние лесонасаждений на радиационный баланс
33. Суммы радиационного баланса
34. Результаты расчётов радиационного баланса подстилающей поверхности
35. Радиационный баланс склонов
36. Радиационный и тепловой балансы атмосферы и системы земная поверхность-атмосфера

Разработчик:



(подпись)

Старший преподаватель

(занимаемая должность)

П.А. Найденев

(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 05.04.04 Гидрометеорология, направленность (профиль) «Информационные технологии в гидрометеорологии».

Программа рассмотрена на заседании кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства.

«15» июня 2021 г.

Протокол № 7 Зав. кафедрой



И.В. Латышева

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без