

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геолого-географического  
факультета





И.А. Тишин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол №6 от 24.06.2022

Рабочая программа дисциплины  
**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Направление подготовки  
**05.03.04 «Гидрометеорология»**

Профиль подготовки  
**«Метеорология»**

Форма обучения  
**Очная**


Квалификация  
**Бакалавр**

Год приёма  
**2022**

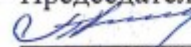
Код дисциплины в учебном плане  
**Б1.В.04**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 И.В. Кужевская

Председатель УМК

 М.А. Каширо

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способность применять на практике методы гидрометеорологического и экологического мониторинга, организовывать полевые и камеральные работы.

### **2. Задачи освоения дисциплины**

Для получения соответствующих компетенций при освоении дисциплины необходимо:

ИПК-1.2 – научиться принимать участие в организации пунктов мониторинга за окружающей средой, а также самостоятельно планировать и проводить полевые гидрометеорологические и экологические наблюдения;

ИПК-1.3 – овладеть знаниями об основных методах и средствах метеорологических измерений, а также о специализированном программном обеспечении, используемом с этими средствами измерений; научиться обрабатывать, анализировать и передавать данные наблюдений, проводить оценку влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли экономики.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к блоку Б1 «Дисциплины (модули)», части, формируемой участниками образовательных отношений. Код дисциплины Б1.В.04

### **4. Семестры освоения и формы промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 3-й, зачёт с оценкой.

Семестр 4-й, экзамен.

### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Физика», «Общая метеорология» «Высшая математика», «Химия».

### **6. Язык реализации**

Русский.

### **7. Объём дисциплины**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 з. е. или 288 ч, из которых 56 ч отводится на теоретическую подготовку в форме лекционных занятий и 36 ч – на практическую подготовку в форме лабораторных работ.

Объём самостоятельной работы студента определен учебным планом.

### **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

**Тема 1. Общие сведения.** Предмет и задачи дисциплины. Государственная система метеорологических измерений и наблюдений. Всемирная гидрометеорологическая сеть. Международные программы исследования атмосферы.

**Тема 2. Метеорологическая информация и основы измерительной техники.** Современное состояние, тенденции развития методов метеорологических измерений. Теория гидрометеорологических измерений, контактные и дистанционные методы и средства измерений. Основные понятия, определения. Стационарные и нестационарные процессы. Специфика метеорологических измерений. Виды метеорологической информации, способы её получения. Требования к метеорологической информации (синхронность, однородность, сравнимость и репрезентативность измерений и

наблюдений). Структура и особенности измерительных устройств, преобразователей метеорологических величин. Методы регистрации. Автоматизация измерений, обработки, хранения и распространения информации. Метрологическое обеспечение. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные стандарты в метрологии. Роль и значение метрологии в метеорологических измерениях. Классификация и погрешности измерений.

**Тема 3. Измерение атмосферного давления.** Характеристики давления. Основные виды измерительных преобразований. Ртутные сифонные, сифонно-чашечные, стационарные чашечные барометры. Поправки барометров. Инспекторские и контрольные барометры. Деформационные барометры. Aneroidные коробки. Сильфоны. Манометрические трубки. Гистерезис. Температурная компенсация. Газовые барометры. Регистрирующие барометры. Микробарографы. Гипсотермометр. Поверка барометров.

**Тема 4. Измерение температуры воздуха и почвы.** Особенности измерения температуры. Классификация термометрических приборов. Температурные шкалы. Уравнение теплового баланса термометра. Коэффициент инерции. Погрешности термометров. Репрезентативность измерения температуры. Жидкостные, газовые и деформационные термометры. Термоэлектрические термометры. Термометры сопротивления. Радиационные термометры. Полупроводниковые диоды и транзисторы в качестве датчиков температуры. Чувствительность, градуировка, установка приборов.

**Тема 5. Измерение влажности воздуха.** Характеристики влажности, особенности измерений и основные виды преобразований. Конденсационные гигрометры. Психометрический метод. Деформационные, электрические, радиационные гигрометры. Мембранные (диффузионные) гигрометры. Гигрометры теплопроводности. Кулонометрические, электролитические гигрометры. Чувствительность гигрометров, репрезентативность и точность измерения влажности.

**Тема 6. Измерение характеристик ветра.** Характеристики ветра. Преобразователи направления и скорости ветра. Манометрический метод измерения скорости ветра. Ротоанемометры. Тепловые анемометры. Акустические анемометры. Анемометры с использованием высокочастотного газового разряда. Анеморумбометры, анеморумбографы. Чувствительность, репрезентативность и точность измерений. Поверка анемометров.

**Тема 7. Измерение осадков и снежного покрова.** Механические, электромеханические осадкомеры. Плювиографы. Определение интенсивности осадков по поглощению и отражению сигналов электромагнитного излучения. Погрешности и способы их устранения. Измерение характеристик снежного покрова. Измерители гололеда. Репрезентативность, точность измерения осадков.

**Тема 8. Актинометрические измерения.** Виды лучистых потоков и методы их измерения. Измерение прямой солнечной радиации. Пиргелиометры. Актинометры. Гелиографы. Измерения рассеянной и суммарной радиации. Пиранометры. Измерение альбедо. Измерение баланса лучистых потоков и его составляющих. Балансометры. Зависимость показаний этих приборов от скорости ветра, методы устранения. Поверка актинометрических приборов в лабораторных и естественных условиях.

**Тема 9. Измерение прозрачности атмосферы, дальности видимости, высоты нижней границы облаков.** Дальность видимости (ДВ) и метеорологическая дальность видимости (МДВ): определение, основное уравнение. Способы измерения МДВ (визуальные, визуально-инструментальные и инструментальные). Репрезентативность, точность измерения прозрачности атмосферы и дальности видимости. Основные методы измерения высоты нижней границы облаков.

**Тема 10. Контроль чистоты атмосферы.** Основные примеси в атмосфере. Аэрозоли естественного и антропогенного происхождения. Актинометрические методы оценки содержания аэрозолей. Методы измерения содержания озона и других газовых составляющих. Отбор проб для анализа загрязнения атмосферы. Газоанализаторы.

Возможности дистанционных измерений содержания примесей. Организация экологического мониторинга.

**Тема 11. Измерение радиоактивности атмосферного воздуха, воды, снежного покрова.** Радиоактивные излучения и их свойства. Методы отбора проб воздуха, воды. Методы измерения радиоактивного загрязнения природной среды.

**Тема 12. Измерение характеристик электрического поля атмосферы.** Напряженность электрического поля и способы её измерения. Измерения концентрации и подвижности ионов, электропроводности воздуха, зарядов и электрических токов, электрических характеристик гроз.

**Тема 13. Дистанционные и автоматизированные метеорологические станции.** Общие сведения. Дистанционные метеорологические станции. Основные принципы автоматизированных метеорологических измерений. Автоматические метеорологические установки и станции. Передача, контроль и анализ результатов измерений. Перспективы развития сети автоматических метеорологических станций.

**Тема 14. Измерения с помощью искусственных спутников Земли.** Измерения в свободной атмосфере. Аэрокосмические методы гидрометеорологических измерений.

**Тема 15. Техника безопасности при производстве гидрометеорологических работ.** Виды инструктажа по технике безопасности, пользование защитными средствами. Гидрометеорологические работы на водных объектах при открытом русле и со льда. Безопасность топогеодезических работ, переходов и маршрутов. Обеспечение безопасности при производстве работ, оказание первой помощи пострадавшим. Исполнение требований действующего законодательства РФ.

#### **Перечень лабораторных работ**

Лабораторные занятия призваны закрепить знания студентов по отдельным разделам курса «Методы и средства метеорологических измерений», привить им навыки самостоятельной работы с метеорологическими приборами и установками.

1. Градуировка термометров сопротивления.
2. Определение шкаловой поправки барографа.
3. Поверка гигрографов и гигрометров с помощью гигростата ПО-34М.
4. Изучение и поверка дистанционной метеорологической станции М-49.
5. Построение номограммы Набокова, составление календаря высот солнца.
6. Определение переводного множителя актинометра АТ-50 с помощью установки для поверки актинометрических приборов ПО-4.
7. Определение переводного множителя пиранометра с помощью установки для поверки актинометрических приборов ПО-4.
8. Барометрическое нивелирование.
9. Снегомерная съёмка.
10. Поверка ручных анемометров с помощью установки УПАР-01.
11. Поверка аспирационных психрометров ПО-30.
12. Расчёт возможной и действительной сумм инсоляции земной поверхности.
13. Измерение нижней границы облаков с помощью ИВО-1М.
14. Измерение альбедо различных поверхностей.
15. Измерение освещённости в лаборатории.

#### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения опросов по лекционному материалу, проверки отчётов по лабораторным работам, написания рефератов по темам, тестирование по темам в системе Moodle и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля приведены в фондах оценочных средств по дисциплине «Методы и средства метеорологических измерений».

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачёт с оценкой в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит не менее двух вопросов по пройденным темам. Продолжительность зачёта – 1 ч.

Экзамен в четвёртом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит не менее двух вопросов по пройденным темам. Продолжительность экзамена – 1,5 ч.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Методы и средства метеорологических измерений» описаны в фондах оценочных средств по данной дисциплине.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

1. Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете Moodle: [moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22200](http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22200) (3 семестр); [moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24199](http://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24199) (4 семестр).

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

3. Методические указания по проведению лабораторных работ.

4. Список экзаменационных вопросов по дисциплине.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов в интернете**

### **Основная литература**

1. Стернзат М. С. Метеорологические приборы и измерения. Учеб. 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 392 с.

2. Качурин Л. Г. Методы метеорологических измерений. Методы зондирования атмосферы. Уч. пособие. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 455 с.

3. Справочник по гидрометеорологическим приборам и установкам / А. Б. Рейфер и др., 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 431 с.

4. Городецкий О. А., Гуральник И. И., Ларин В. В. Метеорология, методы и технические средства наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 336 с.

5. Аэрометеорологический практикум. Ч. 1. / Г. Г. Журавлев и др., под ред. проф. Г. О. Задде. – Томск: Изд. ТПУ, 2000. – 152 с.

6. Журавлев Г. Г., Горбатенко В. П., Гордов Е. П. Распространение примесей в атмосфере и методы их контроля. Уч. пособие. – Томск: Изд. Томского ЦНТИ, 2013. – 412 с.

7. Павлов В. Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.

8. Приборы и установки для метеорологических измерений на аэродромах / Под ред. Л. П. Афиногенова, Е. В. Романова. – Л.: Гидрометеиздат, 1981.

9. Капустин А. В., Сторожук Н. Л. Технические средства гидрометеорологической службы. Уч. пособие для подготовки студентов ВУЗов по гидрометеорологическим специальностям. – СПб: Энергомашиностроение, 2005. – 283 с.

10. Толмачева Н. И. Методы и средства гидрометеорологических измерений (для метеорологов). Уч. пособие. – Пермь: Изд. Перм. гос. ун-та, 2011. – 223 с.

11. Григоров Н. О., Саенко А. Г., Восканян К. Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. Учебник. – СПб: Изд. РГГМУ, 2012. – 306 с.

12. Калинин Н. А., Заморин И. С., Толмачева Н. И. Метеорологические информационно-измерительные системы и комплексы. Методическое пособие. – Пермь: Изд. Перм. гос. ун-та, 2007. – 334 с.

13. Ходжаева Г. К. Метеорологические методы и приборы наблюдений. Уч. пособие. – Нижневартовск: Изд. Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 189 с.
14. Кочугова Е. А. Методы и средства гидрометеорологических наблюдений. Уч.-мет. пособие / Е. А. Кочугова. – Иркутск: Изд. ИГУ, 2012. – 120 с.
15. Восканян К. Л., Саенко А. Г. Актинометрические наблюдения. Пособие для учебной практики. – СПб: Изд. РГГМУ, 2010. – 54 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Фатеев Н. П. Поверка метеорологических приборов. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 312 с.
2. Евтихийев Н. Н., Купершмидт Я. А., Папуловский В. Ф., Скугоров В. Н. Измерение электрических и неэлектрических величин. – М.: Энергоатомиздат, 1980. – 352 с.
3. Мержеевский А. И., Фокин А. А. Электроника и автоматика в гидрометеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 384 с.
4. Кушнир Ф. В., Савенко В. Г. Электрорадиоизмерения. – Л.: Энергия, 1975. – 368 с.
5. Голдсмит Г. Применения термоэлектричества / Под. ред. проф. А. Ф. Чудновского. – М.: Физматлит, 1963. – 104 с.
6. Имянитов И. М., Чубарина Е. В., Шварц Я. М. Электричество облаков. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 96 с.
7. Коровин В. П., Тимец В. М. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Океанографические работы. – СПб: Гидрометеиздат, 2000.
8. Евтихеев Н. Н., Купершмидт А. Я., Папуловский В. Ф., Скугоров В. Н. Измерение электрических и неэлектрических величин. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Моргунов В. К. Основы метеорологии, климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений. Учебник. – М.: Феникс, 2005. – 331 с.
10. Смирнов Б. А., Гулый Ю. И. Инженерно-психологическое и эргономическое проектирование. – М.: Гуманитарный центр, 2010. – 380 с.
11. [Правиков Ю. М.](#), Муслина Г. Р. Метрологическое обеспечение производства. Уч. пособие. – М.: Кнорус, 2009. – 240 с.
12. Сергеев А. Г., Терегеря В. В. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Юрайт, 2010. – 820 с.
13. Ким К. К., Анисимов Г. Н., Барбарович В. Ю. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника. Уч. пособие. – СПб: Питер, 2010. – 368 с.
14. Соромотина О. В. Метеорологические приборы. Уч. пособие / О. В. Соромотина, 2-е изд. – Тюмень: Изд. ТюмГУ, 2005. – 144 с.

#### **Сетевые ресурсы**

1. Седалищев В. Н. Основы метрологии: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] – Барнаул: АлтГТУ, 2008.  
<http://it.fitib.altstu.ru/neud/om/index.php?doc=about&module=0> (дата обращения: 20.10.2021).
2. Метеорологические системы измерений фирмы «Davis».  
<http://www.davisnet.com> (дата обращения: 20.10.2021)
3. Метеорологические системы измерений фирмы «Vaisala».  
<http://www.vaisala.com> (дата обращения: 20.10.2021)
4. Метеорологическое оборудование фирмы «Пеленг».  
<http://peleng.by/products/meteorology/> (дата обращения: 20.10.2021).
5. Пиловец Г. И. Метеорология и климатология. Уч. пособие [Электронный ресурс] – М.: НИЦ Инфра-М; Минск: Новое знание, 2013. – 399 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=391608> (дата обращения 13.10.2021).

6. Григоров Н. О. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Курс лекций [Электронный ресурс] – СПб: РГГМУ. <http://fzo.rshu.ru/content/vebinar/grigorov3>.

### **13. Перечень информационных технологий**

#### **Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

1. Microsoft Office Standart 2013 Russian. Пакет программ включает приложения MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word, Excel, Power Point, Outlook).
2. Публично доступные облачные технологии Google Docs, Яндекс-диск и др.

#### **Информационные справочные системы**

1. Электронный каталог научной библиотеки ТГУ. <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>.
2. Электронная библиотека ТГУ. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.
3. ЭБС «Лань». <http://e.lanbook.com>.
4. ЭБС «Консультант студента». <http://www.studentlibrary.ru>.
5. Образовательная платформа «Юрайт». <https://urait.ru>.
6. ЭБС «Znanium.com». <https://znanium.com>.
7. ЭБС «IPR books». <http://www.iprbookshop.ru>.

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения лабораторных работ, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к интернету, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Журавлев Георгий Георгиевич, канд. геогр. наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии.

Смирнов Сергей Васильевич, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии.