

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет

«Утверждено»

Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 29 » 11 2018 г., пр. № 10
Друф

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

по направлению подготовки **05.03.04 «Гидрометеорология»**
профиль «Метеорология»
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет**

«Утверждено»

Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов

Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« ____ » _____ 2018 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

по направлению подготовки **05.03.04 «Гидрометеорология»**
профиль «Метеорология»
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки **05.03.04 «Гидрометеорология»** (*программы бакалавриата, реализуемой последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины

- получение знаний о принципиальных теоретических основах создания и работы метеорологических приборов.
- формирование навыка профессионального применения стандартных метеорологических приборов и установок, умения определять их пригодность и исключать возникающие при их эксплуатации ошибки и ликвидировать мелкие неисправности, с целью получения сравнимых данных, используемых в мировой и национальных службах погоды.

В ходе освоения дисциплины решаются следующие *задачи*:

- Обучение студентов методам поверки и ремонта метеорологических приборов в лабораторных и полевых условиях
- Обучение принципам выбора необходимой приборной базы для проведения узкоспециальных метеорологических измерений
- Формирование навыка критического анализа экспериментальных данных, получаемых при экспедиционных работах

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина включена в модуль «Физическая метеорология и химия атмосферы» профессионального цикла вариативной части ООП по направленности «Метеорология». Она обязательная и изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

Изучение дисциплины базируется на предварительном усвоении студентами материала основных дисциплин и модулей математического и естественнонаучного цикла: «Физики», «Высшей Математики», «Химии» и метеорологических дисциплин: «Климатологии с основами метеорологии», «Физической метеорологии», а также опираясь на материалы и теоретические знания, полученные на пройденных ранее учебных практиках и при выполнении лабораторных работ.

Знания, полученные в ходе освоения дисциплины, необходимы для дальнейшего обучения в бакалавриате по профилю «Метеорология», в том числе дисциплин «Микроклиматология», «Климатология», «Синоптическая метеорология», «Гидрометеорологические основы охраны атмосферы» и др., а также для выполнения экспедиционных, лабораторных исследований и камеральной обработки данных, квалифицированного выбора и применения технологии решения гидрометеорологических научно-исследовательских задач.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Владение знаниями о физических и химических процессах, проте-	В результате освоения дисциплин модуля обучающийся должен:

<p>кающих в атмосфере и о взаимодействии атмосферы с земной (морской) поверхностью и биосферой при решении практических и научных задач метеорологии (СПК-1.Б, формируется частично)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные принципы устройства стандартных метеорологических приборов для измерения метеорологических величин на государственной сети; • теоретические основы метеорологических измерений; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять исправность используемых приборов и устранять их мелкие поломки и неверную установку; • критически анализировать получаемые результаты измерений и обнаруженные недостатки; • вводить поправки к приборам, для которых они необходимы, в том числе и приводить измеряемое атмосферное давление к уровню моря; • уметь измерять и рассчитывать поступление прямой и суммарной радиации на склоны различного наклона и ориентации по азимуту; • вводить поправки к приборам, для которых они необходимы, в том числе и приводить измеряемое атмосферное давление к уровню моря; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами стандартных измерений и наблюдений, определяемых на качественном уровне, например балл облаков различных ярусов, их формы, тип выпадающих осадков, характер ветра и т.д. • методами простейших астрономических расчётов для определения времени восхода и захода Солнца на различных широтах в разное время года, его высоту и зенитное расстояние в разное время суток и года, долготу светового дня; • методами поверки приборов в лабораторных и полевых условиях.
--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е.

Общая аудиторная нагрузка – 80 часов, в т.ч. лекции – 0 часов и семинары – 80 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 28 академических часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
-------	--------------------------	---------	-----------------	---	---

				<i>лек ция</i>	<i>семинар</i>	СРС	
1	Введение. Теория приборов. Теория измерений	3	1-2		6	1	
2	Атмосферное давление	3	3-5		9	1	Зачет по практическому контрольному заданию
3	Термометрия	3	6-8		9	2	Зачет по практическому контрольному заданию
4	Измерение влажности воздуха и испаряемости	3	9-10		6	2	Зачет по практическому контрольному заданию
5	Измерения скорости и направления ветра	3	11-14		12	2	Зачет по практическому контрольному заданию
6	Изучение современных автоматических метеорологических станций (Davis Vantage Pro, Vaisala WTX 520, AWS – 2700).	3	15-18		12	1	Зачет по практическому контрольному заданию
	Промежуточная аттестация					9	Экзамен
	ИТОГО, 3 семестр		18	0	54	18	
7	Актинометрия. Введение	4	1-5		10	1	
8	Актинометрия. Освещенность	4	6-11		10	2	
9	Проект собственного экспедиционного исследования	4	11-13		6	4	Защита самостоятельного

							проекта
	Промежуточная аттестация					3	Зачет
	ИТОГО, 4 семестр		13	0	26	10	
	Итого, год	3,4		0	80	28	

5. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение и теория приборов. Теория измерений. Обоснование необходимости получения характеристик состояния атмосферы методом непосредственных измерений. Основы теории приборов и теории измерений.

Тема 2. Атмосферное давление. Различные способы определения атмосферного давления. Барометрические датчики и шкалы. Ртутные барометры. Барометры-анероиды. Выполнение практических работ по определению атмосферного давления с помощью ртутного чашечного барометра. Определение шкаловых поправок анероида, температурной и добавочной поправки.

Тема 3. Термометрия. Контактные методы определения температуры любой среды. Термометрические жидкости. Термометры сопротивления, полупроводниковые термометры. Термометрические шкалы. Поверка шкалы ртутного термометра при положительной температуре. Определение тепловой инерции термометров и коэффициентов их теплообмена с окружающей средой. Градуировка термоэлементов и термометров сопротивления. Особые виды термометров: почвенный, водный наземный и др.

Тема 4. Измерения влажности воздуха и испаряемости. Термодинамика фазовых переходов воды в атмосфере. Аспирационный метод определения влажности воздуха. Поверка аспирационного психрометра. Исследования влияния скорости ветра на показания смоченного термометра и психрометрический коэффициент. Определение термогигрометрических величин в воздухе лаборатории. Измерение испаряемости в лаборатории с помощью испарителя В.В.Шулейкина.

Тема 5. Измерения скорости и направления ветра. На метеорологических станциях направление и скорость ветра измеряется с помощью флюгеров Вильда с тяжелой и легкой доской, дистанционных метеорологических станций, оснащенных индукционным анемометром, восьмилопастная вертушка которого направляется навстречу ветровому потоку флюгаркой. В экспедиционных условиях обычно используется ветромер Третьякова или полосатый конус. Наиболее точно скорость ветра у земной поверхности можно измерить ручным анемометром Фусса. По данному разделу в лабораторные занятия входит поверка ручных анемометров и датчиков ДМС.

Тема 6. Изучение современных автоматических метеорологических станций (Davis Vantage Pro, Vaisala WTX 520, AWS – 2700). Ознакомление с описанием и устройством каждой станции. Измерения в лаборатории величин, регистрируемых ею. Описание принципов работы её датчиков, кодирования и передача сигнала. Работа с программным обеспечением каждой станций. Сравнительный анализ станций. Самостоятельная настройка и измерение каждой станцией метеорологических параметров на территории кампуса МГУ.

Тема 7. Актинометрия. Введение. Основные принципы конструкции термоэлектрических приборов. Определение переводного множителя актинометра, внутреннего сопротивления и цены деления гальванометра ГСА-1. Определение нормальной чувствительности и переводного множителя пиранометра, определение поправочных множителей к показаниям пиранометра при различных высотах Солнца над горизонтом.

Тема 8. Актинометрия. Освещенность. Поверка балансомера. Расчёты возможной и действительной энергетической освещенности земной поверхности, наклонных и различно ориентированных по азимуту поверхностей.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студентов заключается в проработке материала семинаров и практических заданий, подготовке к коллективному обсуждению на семинарских занятиях по заданным темам и написанию реферата.

Учебная внеаудиторная деятельность, выполняемая в часы, отведенные студенту для самостоятельной работы, проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к семинарским занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Самостоятельная работа студентов обеспечена следующими материалами:

- заданием для написания рефератов с перечнем рекомендуемой литературы;
- учебно-методическими материалами по основным разделам дисциплины.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Вопросы к зачетам по практическим контрольным заданиям

1. Устройство чашечного барометра.
2. Поправки анероида
3. Принципы устранения неправильности работы минимальных термометров
4. Определение инерции термометра и его чувствительности.
5. Теория измерений. Погрешности измерений
6. Единицы величин и размерности.
7. Измерительный комплекс Davis Vantage Pro.
8. Термодатчики iButton .
9. Принципы моделирования и как это помогает измерениям
10. Измерительные комплексы Vaisala.
11. Измерительные комплексы Campbell.
12. Пульсационные измерения (Eddy covariance).
13. Принципиальные ограничения метеорологических измерений

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

3 семестр

Экзамен устный.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Каковы особенности устройства чашечного барометра?
2. Каким образом определяется добавочная поправка анероида?
3. Как устранить разрыв столбиков ртути или спирта в капиллярах ртутных и спиртовых термометров?
4. Вследствие каких причин необходимо определять поправки шкал у всех термометров?

5. Какова цена деления и реальная точность показаний ртутных и спиртовых термометров, применяемых в метеорологии?
6. Что называют инерцией термометра и его чувствительностью?
7. Какова зависимость инерции термометра от состояния среды, температура которой изменяется?
8. Понятие о теории измерений. Погрешности измерений
9. Единицы величин и размерности.
10. Способы поверки стандартных метеорологических приборов (аспирационный психрометр и анемометр)
11. Измерительный комплекс Davis Vantage Pro. Его плюсы и минусы
12. Термодатчики iButton . Их плюсы и минусы
13. Моделирование как метод познания, противоположный измерению.
 - а. Иерархия моделей
14. Измерительные комплексы Vaisala. Их плюсы и минусы
15. Измерительные комплексы Campbell. Их плюсы и минусы
16. Пульсационные измерения (Eddy covariance) . Суть и сфера применения
17. Принципиальные ограничения метеорологических измерений

4 семестр

Представление самостоятельного экспедиционного Проекта по измерению выбранных характеристик атмосферы и подстилающей поверхности.

Зачет устный.

Примерные вопросы к зачету

1. Виды актинометрических приборов.
2. Способы измерения освещенности.
3. Какие методы измерений использованы в Вашем самостоятельном проекте
4. Каковы ограничения применяемых Вами средств измерений

3 семестр (экзамен)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но использу-	Сформированные навыки (вла-

<i>оценочных средств: практические контрольные задания)</i>			емые не в активной форме	дения), применяемые при решении задач
---	--	--	--------------------------	---------------------------------------

4 семестр (зачет)

Оценка	Незачет	Зачет
РО и соответствующие виды оценочных средств		
Знания (<i>виды оценочных средств: защита проекта</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (<i>виды оценочных средств: защита проекта</i>)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (<i>виды оценочных средств: защита проекта</i>)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Евневич Т.В., Полтараус Б.В., Самойленко В.С., Семенченко Б.А. Метеорологический практикум. Изд.МГУ им.М.В.Ломоносова, М., 2004.149 с.

б) дополнительная литература

1. Кедроливанский В. Н., Стернзат М. С., Метеорологические приборы, Л., 1953

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы – профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Сайт Всемирной метеорологической организации (ВМО) www.wmo.ch

Сайт Метеорологических систем измерений Davis <http://www.davisnet.com/>

Сайт Метеорологических систем измерений Vaisala <http://www.vaisala.com>

г) методические указания

Евневич Т.В., Полтараус Б.В., Самойленко В.С., Семенченко Б.А. Метеорологический практикум. Изд.МГУ им.М.В.Ломоносова, М., 2004.149 с.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с мультимедийным проектором, экраном, доской для мела или фломастеров, а также с набором лабораторных и стандартных метеорологических приборов и установок для их поверки.

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

тесты контроля усвоенных знаний по дисциплине

1. Что такое инерция прибора и его чувствительность?
2. Основные принципы пульсационных измерений.
3. Какие приборы используются для измерения атмосферного давления?
4. Способы измерения скорости ветра – приборы и их принципиальное устройство.

Программа одобрена на заседании кафедры метеорологии и климатологии

Протокол № 632 от 20 ноября 2018 г.

Зав. кафедрой метеорологии и климатологии
д.г.н., профессор

_____ А.В. Кислов
подпись

Разработчик:

Константинов
Павел Игоревич к.г.н., ст.преп.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии

Эксперт:

Суркова
Галина Вячеславовна д.г.н., доцент

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии