

**Государственный научный центр Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Гидрометеорологический научно- исследовательский центр Российской  
Федерации» (ФГБУ «Гидрометцентр России»)**

Утверждаю

Директор ФГБУ «Гидрометцентр России»

С.В.Борщ

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«Методические основы спутниковой метеорологии»**

Направление подготовки

05.06.01 - «Науки о земле»

1.6.18 - «Науки об атмосфере и климате»

Форма обучения: очная, заочная

**Москва, 2015 г.**

Программа учебной дисциплины «Методические основы спутниковой метеорологии». Для аспирантов по направлению подготовки: 05.06.01 – Науки о Земле; 1.6.18 - «Науки об атмосфере и климате». Составитель: А.Б.Успенский, М.: ФГБУ «Гидрометцентр России», 2022.

**СОСТАВИТЕЛЬ**  
доктор физико-математических наук  
А.Б.Успенский

**ОБСУЖДЕНА И ОДОБРЕНА**  
Программа обсуждена и одобрена на заседании Ученого совета  
ФГБУ «Гидрометцентр России»

Протокол №    от «    »    2022 г.

## 1. Характеристика дисциплины «Методические основы спутниковой метеорологии»

Целью курса является формирование у аспирантов системных знаний в области исследования спутниковой метеорологии. Задачи курса следующие:

- изложить физические основы и принципы дистанционного зондирования атмосферы (ДЗА) со спутников;
- охарактеризовать современные спутниковые наблюдательные системы гидрометеорологического назначения, включая перечень выходной информационной продукции;
- сформировать представления об основных методах анализа и интерпретации спутниковых данных, применяемых для получения и использования выходной информационной продукции;
- способствовать владению методиками и технологиями получения выходной информационной продукции на основе обработки данных, поступающих с метеорологических спутников;
- содействовать развитию способностей к самостоятельной исследовательской и организационной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Дисциплина «Методические основы спутниковой метеорологии» относится к блоку вариативных дисциплин. Дисциплина изучается в 3 и 4-ом семестрах при очной и заочной формах обучения. Общая трудоемкость дисциплины – 6 зач. ед. (216 академических часа). Промежуточная аттестация – зачет.

## 3. Матрица связи дисциплины и компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины «Методические основы спутниковой метеорологии»

	Наименование составляющих компетенций	Перечень планируемых результатов
УК1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ЗНАТЬ: <ul style="list-style-type: none"><li>• физические основы и принципы дистанционного зондирования атмосферы (ДЗА) и подстилающей поверхности;</li><li>• современное состояние и перспективы развития международной спутниковой наблюдательной системы гидрометеорологического назначения;</li></ul> УМЕТЬ: <ul style="list-style-type: none"><li>• основы разработки методов и технологий анализа и обработки спутниковых данных для получения информационной продукции ДЗА.</li></ul>
УК5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития в соответствии с уровнем образования	
ОПК1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с	

	использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
ПК1	Понимание природы физических процессов в атмосфере и гидросфере для прогнозирования погоды, самостоятельного проведения научно-исследовательской работы и получения научных результатов, удовлетворяющих требованиям к выпускной квалификационной работе, в том числе к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук соответствующей направленности.	<ul style="list-style-type: none"> <li>использовать полученные знания и навыки (владение методологией развития и совершенствования технологий получения спутниковой гидрометеорологической информации).</li> </ul> <b>ВЛАДЕТЬ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>современными технологиями анализа и обработки конкретных видов спутниковых данных, которые используются при решении задач спутниковой метеорологии;</li> <li>навыками научных исследований для совершенствования существующих и создания новых методов получения и использования спутниковой гидрометеорологической информации.</li> </ul>
ПК2	Умение профессионально пользоваться метеорологическими базами данных и специальными коммуникационными средствами	
ПК3	Умение применять полученные знания в прогнозировании погоды гидродинамическими методами	

<i>Коды компетенций</i>	<i>Компетенция</i>	<i>Уровни проявления компетенции</i>	<i>Описания признаков проявления компетенции на разных уровнях</i>
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в	Высокий уровень компетентности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Способен в составе научно-исследовательского коллектива готовить аналитические записки по научным достижениям, в том числе и в междисциплинарных областях.</li> <li>- Способен планировать профессиональное и личное развитие..</li> </ul>

УК5	<p>том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития в соответствии с уровнем образования</p>	<p>Базовый уровень компетентности</p>	<p>- Способен в составе научно-исследовательского коллектива готовить информационно-аналитические обзоры по научным достижениям в области спутниковой метеорологии.</p> <p>- Способен планировать профессиональное и личное развитие.</p>
		<p>Минимальный уровень компетентности</p>	<p>- Способен в составе научно-исследовательского коллектива готовить первичный материал для аналитических записок и информационно-аналитических обзоров по научным достижениям в области спутниковой метеорологии для развития методов ДЗА со спутников.</p> <p>- Способен планировать профессиональное и личное развитие.</p>
ОПК1	<p>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Высокий уровень компетентности</p>	<p>- Способен самостоятельно готовить научные отчеты и аналитические записки по исследованиям в области спутниковой метеорологии.</p> <p>- Способен читать лекции по обозначенным темам.</p>
		<p>Базовый уровень компетентности</p>	<p>- Способен самостоятельно готовить информационно-аналитические обзоры по обозначенной тематике.</p>
		<p>Минимальный уровень компетентности</p>	<p>- Способен самостоятельно готовить первичный материал с использованием коммуникационных технологий по обозначенной тематике.</p>

ПК1	<p>Понимание природы физических процессов в атмосфере и гидросфере для прогнозирования погоды, самостоятельного проведения научно-исследовательской работы и получения научных результатов, удовлетворяющих требованиям к выпускной квалификационной работе, в том числе к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук соответствующей направленности.</p>	<p>Высокий уровень компетентности</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Способен сформулировать цели, задачи и содержание работ по развитию анализа и интерпретации спутниковых измерений (гидрометеорологического назначения).</li> <li>- Способен владеть современными технологиями анализа и обработки конкретных видов спутниковых данных, которые используются при решении задач спутниковой метеорологии.</li> <li>- Способен работать с зарубежными и отечественными специализированными базами спутниковых данных и метеорологическими базами данных.</li> </ul>
ПК2	<p>Умение профессионально пользоваться метеорологическими базами данных и специальными коммуникационными средствами</p>	<p>Базовый уровень компетентности</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Способен проводить анализ спутниковой гидрометеорологической информации и результатов ее применения.</li> <li>- Способен работать с технологиями получения спутниковой гидрометеорологической информации.</li> <li>- Способен работать с зарубежными и отечественными специализированными базами спутниковых данных и метеорологическими базами данных.</li> </ul>
ПК3	<p>Умение применять полученные знания в прогнозировании погоды гидродинамическими методами</p>	<p>Минимальный уровень компетентности</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Способен проводить анализ и обработку данных, поступающих с метеорологических спутников.</li> <li>- Способен работать с отечественными специализированными базами спутниковых данных и метеорологическими базами данных.</li> </ul>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов из которых 72 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем, 108 часа составляет самостоятельная работа аспиранта, 36 часов составляет контроль за выполнением заданий.

по очной форме обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2	3		
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36		
<i>В том числе:</i>					
Лекции	36	18	18		
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18		
Семинары (С)	Не предусмотрено				
Лабораторные работы (ЛР)	Не предусмотрено				
Самостоятельная работа (всего)	108	54	54		
<i>В том числе:</i>					
Реферат	Не предусмотрено				
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации ( <b>зачет</b> , экзамен)	36	18	18		
Общая трудоемкость час	216	108	108		

по заочной форме обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2	3		
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36		
<i>В том числе:</i>					
Лекции	36	18	18		
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18		
Семинары (С)	Не предусмотрено				
Лабораторные работы (ЛР)	Не предусмотрено				
Самостоятельная работа (всего)	108	54	54		
<i>В том числе:</i>					
Реферат	Не предусмотрено				
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации ( <b>зачет</b> , экзамен)	36	18	18		
Общая трудоемкость час	216	108	108		

##### 5. Содержание дисциплины «Методические основы спутниковой метеорологии»:

№ темы	Наименование тем дисциплины	Содержание
1.	Тема 1. Общие сведения о спутниковой системе наблюдений.	Методы и средства дистанционного зондирования атмосферы (ДЗА). Общие сведения о спутниковой системе наблюдений (орбиты, измерительная аппаратура). Существующие и перспективные метеоспутники.
2.	Тема 2. Состав и строение атмосферы	Состав и строение атмосферы. Постоянные и переменные компоненты. Термическая структура атмосферы. Водяной пар в воздухе, единицы измерения.
3.	Тема 3. Облачность и атмосферные аэрозоли	Облачность. Основные формы. Балл и другие параметры. Облачные капли и кристаллы. Атмосферные аэрозоли. Микрофизические и оптические параметры аэрозолей.

№ темы	Наименование тем дисциплины	Содержание
4.	Тема 4. Радиация в атмосфере.	Радиация в атмосфере – определения, понятия и законы. Основные законы теплового излучения. Солнечное излучение. Собственное излучение атмосферы и подстилающей поверхности. Спектральные диапазоны, используемые для дистанционного зондирования. Дискретные и непрерывные распределения.
5.	Тема 5. Распространение оптического излучения в атмосфере	Распространение оптического излучения в атмосфере. Молекулярное рассеяние (теория Релея). Аэрозольное рассеяние (теория Ми). Применение геометрической оптики для расчета рассеяния на крупных частицах. Контурные отдельных спектральных линий. Спектры поглощения атмосферных газов. Методы расчета газового поглощения. Закон Кирхгофа. Быстрые радиационные модели. Альbedo естественных подстилающих поверхностей; альbedo облаков; планетарное альbedo. Проблемы «парникового эффекта», «аэрозольного эффекта», «озонной дыры».
6.	Тема 6. Дистанционное температурно-влажностное зондирование атмосферы	Температурно-влажностное зондирование атмосферы (ТВЗА). Использование измерений в МВ диапазоне спектра. Дистанционное температурно-влажностное зондирование атмосферы в условиях облачности. Спутниковая аппаратура для ТВЗА: гиперспектральные ИК-зондировщики, микроволновые зондировщики
7.	Тема 7. Определение характеристик облачного покрова.	Определение характеристик облачного покрова по спутниковым данным. Алгоритмы детектирования облачности, выделения зон осадков. Оценка водозапаса облаков над океаном.
8.	Тема 8. Дистанционное определение малых газовых составляющих в атмосфере	Дистанционное определение общего содержания озона и других малых газовых составляющих в атмосфере – спектральные диапазоны, алгоритмы решения обратных задач.
9.	Тема 9. Проблемы усвоения спутниковых данных.	Методы усвоения спутниковых данных в схемах численного гидродинамического прогноза погоды.
10.	Тема 10. Применение метеоспутников в задачах изучения климата	Формирование баз данных существенных климатических переменных на основе спутниковой информации.

#### 6. Распределение часов по темам и видам учебных занятий очной и заочной форм обучения

Общая трудоемкость учебной дисциплины (модуля)- 6 зачетных единиц

Темы	Трудоемкость (час)			
	Всего	в том числе по видам	Самосто	Форма



		аудиторных учебных занятий		ительная работа	текущего контроля успеваемости
		Лекции	Практические занятия		
Тема 1. Общие сведения о спутниковой системе наблюдений.	20	2	2	11	В ходе текущего контроля оценивается работа аспирантов на аудиторных занятиях: участие в дискуссиях, выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовые задания.
Тема 2. Состав и строение атмосферы	20	2	2	11	
Тема 3. Облачность и атмосферные аэрозоли	22	4	4	11	
Тема 4. Радиация в атмосфере.	22	4	4	11	
Тема 5. Распространение оптического излучения в атмосфере	22	4	4	11	
Тема 6. Дистанционное температурно-влажностное зондирование атмосферы	22	4	4	11	
Тема 7. Определение характеристик облачного покрова.	22	4	4	11	
Тема 8. Дистанционное определение малых газовых составляющих в атмосфере	22	4	4	11	
Тема 9. Проблемы усвоения спутниковых данных.	22	4	4	11	
Тема 10. Применение метеоспутников в задачах изучения климата	22	4	4	11	
Итого	216	36	36	111	
Форма контроля – зачет					

**7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

№ п.п.	Форма самостоятельной работы	Контроль СРС	Формируемая компетенции
1.	Изучение литературы	Список цитируемых источников	УК1, УК5, ОПК1,

			ПК1, ПК2, ПК3
2.	Работа по темам лекций	Конспекты лекций и дополнительных оригинальных источников по темам	УК1, УК5, ОПК1, ПК1, ПК2, ПК3

## 8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 8.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

**Текущая аттестация аспирантов** проводится в соответствии с локальным актом – Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса-ответа в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина – активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется в форме зачета.

**Промежуточная аттестация аспирантов.** Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в форме *зачета* в соответствии с локальным актом – Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме зачета в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу (распоряжению заместителю директора по научной работе). Обучающийся допускается к экзамену в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отработывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на зачете – *зачтено / не зачтено*.

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### Примерные вопросы для зачета по дисциплине

1. Общие сведения о спутниковой системе наблюдений (орбиты, измерительная аппаратура). Существующие и перспективные метеоспутники.

2. Состав и строение атмосферы. Термическая структура атмосферы. Водяной пар в воздухе, единицы измерения.
3. Облачность. Основные формы. Атмосферные аэрозоли. Макрофизические, микрофизические и оптические параметры облачности и аэрозолей.
4. Радиация в атмосфере. Основные законы теплового излучения. Солнечное излучение. Собственное излучение атмосферы и подстилающей поверхности. Спектральные диапазоны, используемые для дистанционного зондирования.
5. Распространение оптического излучения в атмосфере. Молекулярное рассеяние (теория Релея). Аэрозольное рассеяние (теория Ми). Спектры поглощения атмосферных газов. Закон Кирхгофа.
6. Интегральное уравнение переноса излучения в атмосфере. Быстрые радиационные модели. Формулировка прямой и обратной задач атмосферной оптики (дистанционного зондирования атмосферы). Альbedo естественных подстилающих поверхностей; облаков.
7. Температурно-влажностное зондирование атмосферы (ТВЗА) по данным ИК- и МВ- зондировщиков. Математические аспекты численного решения обратных задач ТВЗА.
8. Дистанционное температурно-влажностное зондирование атмосферы в условиях облачности.
9. Спутниковая аппаратура ТВЗА: гиперспектральные ИК-зондировщики, микроволновые зондировщики. Контроль бортовой калибровки.
10. Определение характеристик облачного покрова по спутниковым данным. Алгоритмы детектирования облачности, выделения зон осадков.
11. Оценка скоростей ветра на нескольких уровнях в атмосфере по данным геостационарных метеоспутников.
12. Дистанционное определение общего содержания озона и малых газовых составляющих в атмосфере – спектральные диапазоны, алгоритмы решения обратных задач.
13. Методы усвоения спутниковых данных в схемах численного гидродинамического прогноза погоды.
14. Предмет и задачи спутниковой метеорологии.

### 8.3. Методические указания к проведению процедуры оценивания знаний.

Прием зачета осуществляется с помощью составленных билетов, в которые входят два вопроса из проработанного курса (примерные вопросы даны в пункте 8.2 текущей рабочей программы). Сдача зачета по рабочей дисциплине является обязательной для допуска к кандидатскому экзамену по направленности «Метеорология, климатология, агрометеорология» или «Физика атмосферы и гидросферы».

<i>Оценка зачета (нормативная)</i>	<i>Требования к знаниям и критерии выставления оценок</i>
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант при ответе демонстрирует содержание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями, знает особенности методов и технологий преподавательской деятельности, имеет представление об особенностях и специфике научного исследования, способен разрабатывать программу обучения на уровне отдельной дисциплины (курса) или отдельных видов занятий.</p> <p>Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.</p> <p>Раскрыто содержание материала, даны корректные определения понятий.</p> <p>Допускаются незначительные нарушения последовательности</p>

	<p>изложения.  Допускаются небольшие неточности при использовании терминов или в логических выводах.  При неточностях задаются дополнительные вопросы.</p>
<i>Не зачтено</i>	<p>Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области методов и технологий преподавательской деятельности.  Не способен разрабатывать программу обучения на уровне отдельной дисциплины (курса) или отдельных видов занятий  основное содержание учебного материала не раскрыто.  Допущены грубые ошибки в определении понятий и при использовании терминологии.  Не даны ответы на дополнительные вопросы.  Не информирован или слабо разбирается в проблемах и (или) не в состоянии наметить пути их решения.</p>

## 9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой

### для освоения дисциплины

#### а) основная литература

- 1 Вельтищев Н.Ф., Семенченко Б.А. Дистанционные методы измерений в гидрометеорологии. М., Изд-во Московского Университета. 2005. 129 с.
- 2 Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения "Метеор-3М" с космическим аппаратом "Метеор-М" № 2. /Под ред. Л. А. Макриденко, С. Н. Волкова, А. В. Горбунова, А. Л. Чуркина. – М., ВНИИЭМ, 2014, 157 с/
- 3 Справочник потребителя спутниковой информации. /Под ред. В. В. Асмуса, О. Е. Милехина. – СПб, Гидрометеоиздат, 2005, 114 с

#### б) дополнительная литература

1. Успенский А. Б., Рублев А. Н. Современное состояние и перспективы спутникового гиперспектрального атмосферного зондирования. - Исследование Земли из космоса, 2013, № 6, с. 4-15.
2. Рублев А.Н., Успенский А.Б., Пяткин В.П., Русин Е.В. Быстрая модель радиационного переноса для анализа данных гиперспектрального ИК-зондировщика спутников серии "Метеор-М" - Исследование Земли из космоса, 2013, № 6, с.16-24.
3. Кондратьев К.Я., Тимофеев Ю.М. Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса. Л., Гидрометеоиздат. 1978

#### в) электронные ресурсы

1. Сайт ФГБУ «Гидрометцентр России» <http://www.meteoinfo.ru>
2. Сайт Всемирной Метеорологической Организации <http://www.wmo.int>
- 3/ Сайт ФГБУ "НИЦ "Планета" <http://planet.iitp.ru>

#### г) иностранные источники

1. W.P.Menzel. Applications with meteorological satellites. WMO/TD N 1078, 2001, Sat-28.
2. The Earth Observation Handbook 2012/Special Edition for Rio+20. [ESA SP-1325 July 2012]. – ESA Communications, 272 p.

## 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Федеральный портал «Российское образование»: <http://www.edu.ru>.
- <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400

российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.

- <http://www.iqlib.ru/> - Электронная библиотека IQlib образовательных и просветительских изданий. Образовательный ресурс, объединяющий в себе интернет-библиотеку и пользовательские сервисы для полноценной работы с библиотечными фондами. Свободный доступ к электронным учебникам, справочным и учебным пособиям. Аудитория электронной библиотеки IQlib – студенты, преподаватели учебных заведений, научные сотрудники и все те, кто хочет повысить свой уровень знаний.
- <https://www.metted.ucar.edu> – Международный сайт COMET для дистанционного образования по метеорологии и климатологии.

### 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Для преподавания дисциплины «Методические основы спутниковой метеорологии» используются для полного раскрытия практически всех тем курса информационные технологии. Все темы представлены виде электронных презентаций, по которым проходит занятие, с указанием ИНТЕРНЕТ – ресурсов, использованных при сборе материала.

№	Название лабораторной работы (практического занятия или отдельной темы дисциплины) в которой используется ИТ	Перечень применяемых ИТ или ее частей	Цель применения	Перечень компетенций
Тема 10	Применение метеоспутников в задачах изучения климата	База данных ТВЗА-ИК Сайт ФГБУ "НИЦ "Планета" <a href="http://planet.iitp.ru">http://planet.iitp.ru</a>	Работа со спутниковой информацией	ПК2

### 12. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

В ходе проведения занятий по курсу используются:

- традиционные средства: доска, мел;
- мультимедийные комплексы для проведения лекций;
- библиотечный фонд ФГБУ «Гидрометцентр России»,
- компьютерный класс с выходом в Интернет и автоматизированными рабочими местами на базе РС с устройствами многофункционального назначения и поиск информации в Интернете;
- РС подключены к периферийным устройствам (сканер, принтер).

Наименование технического средства	Количество
------------------------------------	------------

Сервер <b>TORNADO</b>	1
Компьютеры: <b>acer</b> , ОЗУ 8 Gb, HDD 200 Gb	6
Проектор: Sharp	1
Сканер HP Scanjet 200	1
Принтер LaserJet Pro 400	1

### 13. Краткий терминологический словарь

<i>№</i>	<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
1.	Абсолютно черное тело	Тело , полностью поглощающее падающую на него радиацию (поглощающая способность равна единице)
2.	Авогадро число	Число молекул в грамм-молекуле любого газа.
3.	Актинометр	Прибор для измерения радиационных потоков солнечной энергии.
4.	Альbedo	Безразмерная величина, характеризующая отражательную способность тела (диффузное отражение).
5.	Альbedo Земли	Процентное отношение солнечной радиации, отданной земным шаром в окружающее пространство.
6.	Антропогенные примеси в атмосфере	Примеси, поступающие в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека (СО, СО <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> и др.)
7.	Ассимиляция данных	Процедура объединения данных от разных источников и разного типа (в т.ч. спутниковых) для получения полей метеозлементов (см, объективный анализ)
8.	Атмосфера	Воздушная оболочка Земли. Разделяется на ряд слоев – тропосферу, стратосферу, мезосферу и термосферу
9.	Атмосфера стандартная	Международная условная (стандартная) атмосфера, в которой вертикальное распределение температуры, давления и плотности характерно для средних годовых условий в среднем для всех широт.
10.	Атмосферная индикатриса рассеяния	Индикатриса рассеяния радиации в атмосфере (молекулярного и на аэрозолях)
11.	Атмосферная оптика	Учение об оптических явлениях в атмосфере вследствие рассеяния, поглощения, преломления и дифракции света в воздухе
12.	Атмосферное давление	Давление атмосферы на земную поверхность (вес выше лежащего столба атмосферы с основанием, равным единице)
13.	Атмосферное излучение (радиация)	Собственное длинноволновое излучение атмосферы и облаков (в области длин волн от 4 до 120 мкм)
14.	Атмосферное окно (прозрачности)	Область спектра, в которой земная радиация очень слабо поглощается атмосферой
15.	Атмосферные ИК- и МВ-зондировщики	Приборы (спутникового, самолетного и наземного базирования), измеряющие излучение в ИК- и МВ-диапазонах спектра и предназначенные для дистанционного определения

		вертикальных профилей температуры и влажности в атмосфере
16.	Аэрозоль	Атмосфера с взвешенными в ней частичками пыли, дыма, облаков и пр. (совокупность взвешенных в воздухе частичек)
17.	Аэрозольное ослабление	Суммарный эффект рассеяния и поглощения радиации атмосферными аэрозолями
18.	Аэрологическое зондирование	Измерение характеристик атмосферного воздуха с высотой приборами, поднимаемыми с помощью радиозондов, самолетов и др.
19.	Балл облачности	Условная единица, характеризующая степень закрытия небесного свода облаками
20.	Буге-Ламберта-Бэра закон	Описывает ослабление ЭМ-излучения в атмосфере за счет поглощения и рассеяния атмосферными газами и аэрозолями
21.	Вертикальное зондирование	Измерение метеорологических характеристик атмосферы на различных высотах с помощью радиозондов, самолетов, спутников
22.	Вертикальный профиль	Распределение метеорологического элемента с высотой
23.	Верхняя граница атмосферы	Высота (около 60 км) определения солнечной постоянной в условиях отсутствия земной атмосферы
24.	Видимая область спектра	Интервал длин электромагнитных волн, приходящийся на видимую радиацию (примерно 0.4-0.76 мкм)
25.	Вина закон смещения	Связь между длиной волны излучения (АЧТ) максимальной интенсивности и температурой АЧТ
26.	Влажность воздуха	Содержание водяного пара в воздухе (отношение смеси, относительная влажность, точка росы, дефицит точки росы)
27.	Водность облаков	Масса капель воды и кристаллов льда в единичном объеме облака
28.	Водозапас облака	Содержание жидкой воды или льда в вертикальном столбе единичного сечения (от основания до вершины облака)
29.	Водяной пар	Вода в газообразном состоянии, содержащаяся в атмосферном воздухе
30.	Волновое число	Величина, обратная длине волны
31.	Газовая постоянная	Постоянная величина R в уравнении состояния идеального газа.
32.	Гистограмма	Графическое представление распределения повторяемостей случайной величины
33.	Градуирование (калибровка)	Придание делениям шкалы прибора определенных значений, соответствующих измеряемой физической величине
34.	Диоксид углерода (двуокись углерода)	CO <sub>2</sub> – второй после водяного пара парниковый газ (среднее объемное содержание в атмосфере – 0,03 % )
35.	Дистанционное зондирование атмосферы (со спутников)	Определение вертикальных профилей метеопараметров и состава атмосферы по измерениям уходящего излучения со спутников
36.	Длинноволновая радиация	Электромагнитная радиация, испускаемая земной поверхностью и атмосферой в интервале 4-120 мкм
37.	Излучательная способность	Поток радиации в единичном интервале длин волн с единицы излучающей поверхности

38.	Излучение (радиация)	Процесс испускания радиации телом. Количество излучения выражается в энергетических (радиометрических) величинах
39.	Индикатриса рассеяния	Функция, выражающая пространственное распределение интенсивности рассеянного света
40.	Интерферометр	Измерительный прибор, основанный на применении интерференции излучения
41.	Инфракрасная радиация	Электромагнитная радиация в области длин волн от 0.76 до примерно 500 или 1000 мкм
42.	Кирхгофа закон	В условиях ЛТР отношение излучательной способности тела к его поглотительной способности равно излучательной способности АЧТ
43.	Коэффициент поглощения	Показатель поглощения радиации при прохождении её в атмосфере на единицу массы или на единицу объема
44.	Ламберта закон	Закон ослабления параллельного пучка лучей радиации при прохождении ею мутной среды (поглощающей/рассеивающей)
45.	Метан	Бесцветный и без запаха газ $\text{CH}_4$ . Содержание в атмосфере по объему около $2 \times 10^{-6}$
46.	Метеорологический спутник	Искусственный спутник Земли, предназначенный для получения оперативной информации о параметрах состояния атмосферы
47.	Ми теория	Теория рассеяния света сферическими частицами, взвешенными в атмосфере (аэрозолями), размеры которых превышают длины волн падающего излучения
48.	Множественная корреляция	Статистическая зависимость некоторой переменной величины от нескольких других
49.	Молекулярное поглощение	Характеризуется ослаблением излучения за счет его поглощения атомами, молекулами или частицами. Для атмосферы Земли происходит в диапазоне длин волн от 0.1 до 100 мкм
50.	Монохроматическая радиация	Радиация определенной длины волны (на практике в узком участке спектра около данной длины волны).
51.	Нисходящая радиация	Поток радиации в атмосфере, направленной вниз
52.	Облако-трассер	Облако, по движению которого определяют воздушное течение и скорость ветра
53.	Обратные задачи спутниковой метеорологии	Определение параметров состояния и состава атмосферы по данным измерений уходящего излучения со спутников
54.	Объективный анализ	Построение полей метеовеличин на основании данных различных наблюдательных систем (в т.ч. спутниковых)
55.	Озон	О <sub>3</sub> . Максимальная концентрация О <sub>3</sub> наблюдается на высотах 20-25 км
56.	Озонная дыра	Резкое уменьшение общего содержания озона в атмосфере (в озонном слое)



57.	Оптическая плотность облаков	Характеризует ослабление видимого света в облаках
58.	«Парниковый эффект»	Защитное действие атмосферы в процессе лучистого теплообмена Земли с околоземным пространством
59.	Перенос излучения в атмосфере	Распространение излучения в среде, излучающей, поглощающей и рассеивающей радиацию. Описывается уравнением переноса радиации в системе атмосфера-подстилающая поверхность
60.	Планка закон	Закон распределения энергии в спектре излучения АЧТ, зависит от температуры и длины волны
61.	Поглощение радиации	Поглощение радиации производится преимущественно водяным паром, озоном, углекислым газом и кислородом.
62.	Радиационная модель	Математическая модель переноса излучения в системе атмосфера-подстилающая поверхность
63.	Радиационная температура	Температура, которую имеет излучающее АЧТ при его фактическом излучении
64.	Радиационный баланс системы земля-атмосфера	Сумма потоков радиации, входящих в земную атмосферу из мирового пространства и уходящих из нее обратно
65.	Релеевское рассеяние	Рассеяние радиации в газовой среде по закону Релея (молекулярное рассеяние в атмосфере)
66.	Солнечная постоянная	Поток солнечной радиации вне атмосферы при среднем расстоянии Земли от Солнца.
67.	Спектр поглощения	Спектр поглощения солнечной радиации, дошедшей до земной поверхности, обусловлен поглощением постоянными и переменными составляющими атмосферы, включая аэрозоли
68.	Спутниковая метеорология	Исследование атмосферных процессов с помощью метеорологических спутников
69.	Стефана-Больцмана закон	Выражение для интегрального потока излучения АЧТ в зависимости от его абсолютной температуры
70.	Уходящая радиация	Радиация, уходящая от Земли (включая атмосферу) в мировое пространство
71.	Численное решение обратной задачи	Построение оценки решения с помощью физико-статистического и/или статистического метода (алгоритм линейного оценивания, регрессия и др.)
72.	Численный прогноз	Предвычисление будущих значений атмосферных параметров путем численного интегрирования по времени уравнений гидротермодинамики атмосферы
73.	Якобиан	Производная функционала по некоторой функции

**Лист ежегодного утверждения рабочей программы учебной дисциплины  
«Методические основы спутниковой метеорологии»**

Рабочая программа учебной дисциплины:

одобрена на 2016/2017 учебный год. Протокол №\_2\_ заседания Секции  
Ученого совета ФГБУ «Гидрометцентр России»

от “ 1” сентября 2016г.

Председатель Секции Ученого совета

Кандидат физико-математических наук

Г.В. Елисеев

**Лист изменений и дополнений, внесенных в рабочую программу  
учебной дисциплины «Методические основы спутниковой  
метеорологии»**

<b>Виды дополнений и изменений</b>	<b>Дата и номер протокола заседания Секции Ученого совета, на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения.</b>	<b>Дата утверждения и подпись председателя Секции Ученого совета</b>
нет	Протокол № 2 от 1.09.2016	Дата 1.09. 2016 Председатель Г.В. Елисеев _____ (ФИО)  подпись