

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ



И.О. ректора

Н.Н. Сухих

«18» марта 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ В МЕТЕОРОЛОГИИ И КЛИМАТОЛОГИИ

Направление подготовки
05.06.01 Науки о Земле

Направленность программы
Метеорология, климатология, агрометеорология

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная, заочная

Санкт-Петербург
2021

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Вычислительные методы и геоинформационные системы в метеорологии и климатологии» является формирование у обучающихся знаний в объеме, необходимом для глубокого понимания принципов построения и функционирования гидродинамических моделей природных процессов, способных создавать гидродинамические модели атмосферных процессов и грамотно использовать результаты моделирования при решении задач информационного метеорологического обеспечения полетов воздушных судов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение физических основ построения гидродинамических моделей природных процессов;
- изучение современных методов решения уравнений гидродинамики;
- приобретение практических навыков по созданию и использованию гидродинамических моделей природных процессов разной степени сложности;
- приобретение практических навыков по использованию результатов гидродинамического моделирования природных процессов;
- приобретение навыков представления результатов исследований;
- приобретение навыков работы с ГИС.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности по направлению подготовки «Науки о Земле».

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Вычислительные методы и геоинформационные системы в метеорологии и климатологии» представляет собой дисциплину, относящуюся к вариативной части Блока 1.

Дисциплина «Вычислительные методы и геоинформационные системы в метеорологии и климатологии» базируется на результатах обучения, полученных при освоении программ бакалавриата, магистратуры, специалитета и «Методология научных исследований», «Статистические методы анализа гидрометеорологических данных для ЭВМ».

Дисциплина «Вычислительные методы и геоинформационные системы в метеорологии и климатологии» является обеспечивающей для проведения «Государственная итоговая аттестация» Блок 4, а именно научно-исследовательская деятельность и подготовка научной квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, а также подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Вычислительные методы и геоинформационные системы в метеорологии и климатологии» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>способность самостоятельно формулировать и решать актуальные научные и научно-прикладные задачи регионального и локального уровней с использованием современных методов исследований в области авиационной метеорологии и экологии (ПК 1)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные научные проблемы в области изучения атмосферных процессов; - структуру и порядок проведения научного исследования по направлению «Науки о Земле»; - смысл структурообразующих понятий научного исследования: актуальность темы, степень ее разработанности, цель и задачи, объект, предмет исследования, методологические основы; - теории и методы в метеорологии и экологии при решении научно-производственных задач; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять поиск научной информации с использованием информационно-коммуникационных технологий; - самостоятельно осуществлять сбор метеорологической и экологической информации, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки теоретических и экспериментальных исследований; - осмысливать требования к структуре научного исследования в области авиационной метеорологии и экологии; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными методами сбора, обработки, анализа и обобщения метеорологической и экологической информации
<p>уметь планировать и самостоятельно осуществлять научные исследования в соответствии с профилем подготовки; обрабатывать, анализировать и интерпретировать полученные результаты (ПК-2)</p>	<p>– Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – - требования к кандидатским диссертациям по географическим наукам, ее различие между другими результатами научной деятельности; – физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы; – системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании; – методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ; – методы анализа конечно-разностных схем;

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<ul style="list-style-type: none"> – способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами; – – численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. – - средства и методы получения фактической и прогностической метеорологической информации, особенности современных информационных технологий; – - технологии моделирования атмосферных процессов; – Уметь: – - находить и обрабатывать необходимые данные о состоянии атмосферы и окружающей среды из разных источников; – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных схем; – осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике – Владеть: – методикой построение гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов
<p>способность к экспертной и преподавательской деятельности в области наук о Земле (ПК-3)</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы преподавательской деятельности в области наук о Земле. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы, средства, технологии обучения. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологиями обучения.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестр	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины	144	72	72
Контактная работа:	48	24	24
лекции	24	12	12
практические занятия	24	12	12
курсовые работы	-	-	
семинары	-	-	
Контроль	18	9	9
Самостоятельная работа обучающегося	78	39	39

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные Технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2	ПК-3		
Введение	9	+		+	Л, ПЗ, СР	УО
Тема 1. Цифровизация гидрометеорологических информационных ресурсов. Основы численного моделирования атмосферных процессов.	24	+	+	+	Л, ПЗ, СР	УО, Т
Тема 2. Конечно-разностная аппроксимация производных. Численное интегрирование и дифференцирование по вертикали. Учёт топографии в гидродинамических моделях атмосферы.	18		+	+	Л, СР	УО
Тема 3. Полулагранжев и лагранжевы подходы к решению уравнений гидродинамики природных процессов. Методы расщепления.	18	+	+		Л, ПЗ, СР	УО, КР
Тема 4. Спектральные и спектрально-сеточные методы решения уравнений гидродинамики природных процессов. Методы конечных	17		+	+	Л, ПЗ, СР	УО, Т

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные Технологии	Оценочные средства
		ПК-1	ПК-2	ПК-3		
элементов и объёмов.						
Тема 5. Географические информационные системы (ГИС) в науках о земле. Сферы и уровни использования ГИС. Геоинформационные системы ресурсного типа.	20	+		+	Л, ПЗ, СР	УО, Д
Тема 6. Геоинформационные системы IDRISI, ArcGIS, ArcVirw, ГИС МЕТЕО.	20	+	+		Л, ПЗ, СР	УО, Д
Контроль	18					З, ЗО
Итого по дисциплине	144					

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СР – самостоятельная работа обучающегося, УО – устный опрос, КР – контрольная работа, Т – тест, Д – доклад, З – зачет, ЗО – зачёт с оценкой.

5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	СР	Всего часов
Введение	2		7	9
Тема 1. Цифровизация гидрометеорологических информационных ресурсов. Основы численного моделирования атмосферных процессов.	8	4	12	24
Тема 2. Конечно-разностная аппроксимация производных. Численное интегрирование и дифференцирование по вертикали. Учёт орографии в гидродинамических моделях атмосферы.	2	8	12	22
Тема 3. Полулагранжев и лагранжев подходы к решению уравнений гидродинамики природных процессов. Методы расщепления.	2	4	12	18
Тема 4. Спектральные и спектрально-сеточные методы решения уравнений гидродинамики природных процессов. Методы конечных элементов и объёмов.	2	4	11	17
Тема 5. Географические информаци-	4	2	12	18

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	СР	Всего часов
онные системы (ГИС) в науках о земле. Сферы и уровни использования ГИС. Геоинформационные системы ресурсного типа.				
Тема 6. Геоинформационные системы IDRISI, ArcGIS, ArcVirw, ГИС МЕТЕО.	4	2	12	18
Итого по дисциплине	24	24	78	126
Контроль				18
Всего по дисциплине				144

5.3 Содержание дисциплины

Введение.

Предмет, задачи и содержание дисциплины. История развития и становления дисциплины. Современное состояние и основные направления перспектив развития применения методических и технологических решений в целях краткосрочного и среднесрочного прогноза погоды. Методические указания. Рекомендуемая литература. Классификация метеорологических прогнозов. Практическая реализация общих принципов прогнозирования применительно к разработке методов краткосрочных и среднесрочных прогнозов погоды.

Тема 1. Цифровизация гидрометеорологических информационных ресурсов. Основы численного моделирования атмосферных процессов

Гидродинамические модели. Классификация гидродинамических моделей. Основные уравнения гидротермодинамики. Система уравнений гидродинамики атмосферы в различных системах координат. Параметризация процессов подсеточного масштаба. Структура глобальных, региональных и мезомасштабных систем моделирования гидрометеорологических процессов.

Тема 2. Конечно-разностная аппроксимация производных. Численное интегрирование и дифференцирование по вертикали. Учёт орографии в гидродинамических моделях атмосферы

Дискретизация пространства. Сетки. Аппроксимация. Ошибка аппроксимации. Порядок точности аппроксимации. Вычислительная вязкость. Согласованность. Сходимость. Дисперсионные свойства. Фаза колебания. Устойчивость. Повышение порядка точности за счёт привлечения дополнительных узлов сетки. Основные подходы к построению консервативных схем. Повышение устойчивости конечно-разностных алгоритмов при помощи консервативных схем. Понятия монотонности и квази-монотонности. Основные подходы к построению монотонных схем.

Тема 3. Полулагранжев и лагранжев подходы к решению уравнений гидродинамики природных процессов. Методы расщепления

Переменные Лагранжа. Уравнения в лагранжевых переменных. Методы определения начальной точки траектории. Методы определения конечной точки 10 траектории. Явный, неявный и полуявный алгоритмы решения уравнений в лагранжевых переменных. Основные положения метода расщепления.

Физические основы метода расщепления. Математические положения метода расщепления. Применение метода расщепления для решения уравнений модели «мелкой воды». Применение метода расщепления для решения уравнений бароклинной негеострофической адиабатической модели атмосферы.

Тема 4. Спектральные и спектрально-сеточные методы решения уравнений гидродинамики природных процессов. Методы конечных элементов и объёмов

Разложение в ряд по базисным функциям. Прямое и обратное преобразования Фурье. Сферические функции. Разложение в ряды по сферическим функциям. Методы усечения рядов по сферическим функциям. Спектрально-сеточные методы решения уравнений гидродинамики природных процессов. Основные принципы решения уравнений спектрально-сеточным методом. Применения спектрально сеточного метода для решения прогностических уравнений гидродинамики природных процессов. Основные положения метода конечных элементов. Основные положения метода конечных элементов. Минимизация невязки. Получение определяющей системы уравнений. Использование метода конечных элементов для аппроксимации уравнений по вертикали. Влияние ошибок в начальных данных на качество моделирования. Ассимиляция. Интерполяция. Согласование. Инициализация. Параметризация физических процессов. Процессы, подлежащие параметризации. Основные положения параметризации процессов. Детерминированные гидродинамические прогнозы. Ансамблевые гидродинамические прогнозы.

Тема 5. Географические информационные системы (ГИС) в науках о земле. Сферы и уровни использования ГИС. Геоинформационные системы ресурсного типа

История создания ГИС. Цели и задачи создания ГИС. Основные принципы создания ГИС и работы в ГИС. Задачи, решаемые ГИС. Возможности применения ГИС для эффективного использования знаний о территории при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, оценкой состояния, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальной организацией общества.

Тема 6. Геоинформационные системы IDRISI, ArcGIS, ArcView, ГИС МЕТЕО

Основные ГИС, используемые для решения метеорологических задач. Основы работы в ГИС IDRISI Kilimanjaro. Анализ спутниковых снимков в IDRISI Kilimanjaro и ArcView. Анализ синоптических карт в ГИС МЕТЕО.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Численное интегрирование и дифференцирование по вертикали. Учёт орографии в гидродинамических моделях атмо-	4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	сферы.	
2	Практическое занятие 2. Конечно-разностная аппроксимация производных.	4
2	Практическое занятие 3. Сетки, используемые в математическом моделировании атмосферных процессов.	4
3	Практическое занятие 4. Полулагранжев и лагранжев подходы к решению уравнений гидродинамики природных процессов. Методы расщепления.	4
4	Практическое занятие 5. Спектральные и спектрально-сеточные методы решения уравнений гидродинамики природных процессов.	4
5, 6	Практическое занятие 6. Подготовка начальных данных. Геофизические информационные системы (ГИС) в науках о земле. Сферы и уровни использования ГИС. Геоинформационные системы ресурсного типа.	4
Итого по дисциплине		24

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
Введение	1 Изучение теоретического материала [3-12]. 2 Подготовка к устному опросу по теме 1. 3 Подготовка к тесту	7
Тема 1. Теоретические основы прогнозирования метеорологических полей с использованием гидродинамических моделей.	1 Изучение теоретического материала [3-14]. 2 Подготовка к устному опросу по теме 2. 3 Подготовка к тесту	12
Тема 2. Квази-	1 Изучение теоретического материала [1-	12

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
геострофические модели.	9]. 2 Подготовка к устному опросу по теме 3.	
Тема 3. Квазисолециклональные модели.	1 Изучение теоретического материала [1-10]. 2 Подготовка к устному опросу по теме 4. 3 Подготовка к контрольной работе	12
Тема 4. Оперативные прогностические модели атмосферы. Прогностические модели Росгидромета.	1 Изучение теоретического материала [1-10] (конспект лекций). 2 Подготовка к устному опросу по теме 5. 3 Подготовка к тесту	11
Тема 5. Глобальные, полусферные и региональные модели, разработанные в зарубежных метеорологических центрах (службах погоды).	1 Изучение теоретического материала [3-14]. 2 Подготовка к устному опросу по теме 6. 3 Подготовка доклада.	12
Тема 6. Подготовка начальных данных для численных прогнозов погоды.	1 Изучение теоретического материала [5-8]. 2 Подготовка к устному опросу по теме 7. 3 Подготовка доклада.	12
Итого по дисциплине		78

5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. **Карманова, Е.В.** Введение в численные методы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.В. Карманова, С.А. Повитухин. — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 81 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104909>. — Загл. с экрана.

2. **Андреева, О.В.** Информатика: численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Андреева. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2014. — 57 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116709>. —

Загл. с экрана.

3. Шакина Н.П. Прогнозирование метеорологических условий для авиации: Научно-методическое пособие для вузов. [Текст] / Н. П. Шакина, А. Р. Иванова. - М. : Триада, 2016. - 312с. - ISBN 978-5-9908623-2-6. 2 экз.

4. Граховский Г.Н. Долгопериодные колебания барических полей в системе общей циркуляции атмосферы [Текст] / Г. Н. Граховский, М. П. Евсеев, Р. П. Репинская. - СПб. : РГГМУ, 2005. - 100с. – 1 экз.

5. Будак, Б.М. Сборник задач по математической физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.М. Будак, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2004. — 688 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63669>. — Загл. с экрана.

6. Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] : монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59285>. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

7. Клемин В.В. Динамика атмосферы [Текст]: Учебник/ В.В. Клемин, Ю.В. Кулешов, С.С. Суворов, Ю.Н. Волконский.. – СПб.: Наука, 2013. – 421с.

8. Белов П.Н. Численные методы прогноза погоды [Текст]: Учебник/ П.Н. Белов, Е.П. Борисенков, Б.Д. Панин. - Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 376 с.

9. Белов П.Н. Численные методы прогноза погоды. Учебное пособие – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 391 с.

10. Репинская Р.П. Фильтрованные прогностические модели и способы исследования вычислительной устойчивости разностных схем. Учебное пособие. - СПб.: изд-во РГГМУ, 1992. – 105 с.

11. Мезингер Ф., Аранова А. Численные схемы, используемые в атмосферных моделях - СПб.: Гидрометеоиздат, 1999 – 136с.

12. Гордин В.А. математические задачи гидродинамического прогноза погоды. Вычислительные аспекты – СПб.: Гидрометеоиздат, 1998 – 263с.

13. Машкович С.А. Спектральные модели общей циркуляции атмосферы и численного прогноза погоды. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1999. – 273с.

14. Шакина Н.П. Динамика атмосферных фронтов – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 263с.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Российское образование. Федеральный образовательный портал [Электронный ресурс]: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА / — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.edu.ru/> свободный (дата обращения 21.12.2021).

2. ФГБОУ ВО СПбГУ ГА. Электронный каталог университета [Электронный ресурс]: книги и статьи ГУГА / — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://85.142.11.206/MarcWeb/> — свободный (дата обращения 21.12.2017).

3. **Электронно-библиотечная система.** «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: книги, журналы, ВКР/ — Электрон. дан. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/> — вход по учётной записи.

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

4. Пакет прикладных программ OpenOffice (The Free and Open Productivity Suite [Электронный ресурс]: - <http://www.openoffice.org> свободный (дата обращения 21.12.2021).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория 279,	Мультимедийное оборудование, куда входит: персональный компьютер объединенный локальной сетью с АРМ синоптика (ауд. 266), что позволяет использовать текущую метеорологическую информацию при проведении занятий, проектор, интерактивная доска.	Оперативное управление Microsoft Windows XP professional (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года); Microsoft Windows Office 2003 Suites (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года); Foxit reader (Freeware); Paint.Net ver 3.5.10 (Freeware); Flow!Works ver. 2.5.2.0; Flow!Live ver. 3.1 QOMO© 2007.
аудитория 262	комплекс КРАМС-1М – 1к; термографы – 10 шт.; гигрографы – 12 шт.; барографы – 10 шт.; стойка психрометрическая – 2 шт.; психрометры – 8 шт.; аспирационные психрометры – 20 шт.; барометр – БАМ – 21 шт.; ртутный барометр ИР – 1 шт.; цифровой барометр БРС – 1 шт.; фотометр импульсный ФИ-1 – 1 шт.; измеритель высоты облаков ИВО-1М – 1 шт. радиозонды – 6шт; аэрологические планшеты А-30 – 20 шт. анемометр ручной АРИ-49	Оперативное управление MicrosoftWindows 7 Starter AO CIS and GE HP 584060-251 Антивирус Avast Free Antivirus 19.3.2369 (сборка 19.3.4241.440) LibreOffice Версия: 4.3.5.2 Mozilla Public License, v. 2.0. (Freeware)

	<p>– 6 шт. Анемометр Фусса-2 шт.; анеморумбометр М-63 - 1 шт.</p> <p><u>Для проведения всех видов занятий:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - имеются две точки для подключения к локальной сети кафедры и выходом в Интернет; - мультимедийный проектор Acer серии X1261P и экран; - ноутбук. 	
--	--	--

Практические задания в электронном и печатном виде, а также сопутствующие материалы, необходимые для выполнения работы.

Для организации самостоятельной работы обучающимися также используются: библиотечный фонд Университета и кафедры «Авиационной метеорологии и экологии», библиотека; читальный зал библиотеки, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8 Образовательные и информационные технологии

В структуре дисциплины в рамках реализации компетентного подхода в учебном процессе используются следующие образовательные технологии: лекции (Л), практические занятия (ПЗ), самостоятельная работа обучающегося (СР).

Лекция: предназначена для предоставления информации обучающимся по теоретическим вопросам, является главным звеном дидактического цикла обучения. Её цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Лекции проводятся классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью, являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративными), а также могут проводиться с использованием диалоговых технологий, в том числе мультимедиа-лекции, проблемные лекции. Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала.

Практические занятия предназначены для закрепления полученных знаний, а также выработки необходимых умений и навыков использования теоретического материала для решения прикладных и практических задач.

На занятиях проводятся устные опросы по пройденным темам. На практическом занятии по теме 3 проводится контрольная работа, на занятиях по темам 5, 6 заслушиваются доклады обучающихся по выбранным ранее темам.

Контрольные работы предназначены для рубежной оценки уровня освоения обучающимся материала.

Самостоятельная работа: проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельного изучения теоретического материала при подготовке к выполнению практических занятий и лабораторных работ.

Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственных познавательно-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации, а также написания рефератов.

В процессе реализации образовательной программы при осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются следующие информационные технологии:

1. презентационные материалы (слайды по отдельным темам лекционных и практических занятий);
2. доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) «ЮРАЙТ» <https://biblio-online.ru>;
3. доступ в электронную информационно-образовательной среде университета.

Успешное освоение материала курса предполагает большой объем самостоятельной работы и систематический контроль хода ее выполнения.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета. На первом занятии преподаватель доводит до сведения обучающихся график текущего контроля освоения дисциплины и критерии оценки знаний при текущем контроле успеваемости, а также сроки и условия промежуточной и итоговой аттестации.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине обеспечивает оценивание хода ее освоения в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы. Основными задачами текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине являются:

- проверка хода и качества усвоения обучающимися учебного материала;
- определение уровня текущей успеваемости обучающихся, выявление причин неуспеваемости, выработка и принятие оперативных мер по устранению недостатков;

- поддержание ритмической (постоянной и равномерной) работы обучающихся в течение семестра;
- стимулирование учебной работы обучающихся и совершенствование методики организации, обеспечения и проведения занятий.

Результаты текущего контроля по дисциплине используются преподавателем в целях:

- оценки степени готовности обучающихся к изучению учебной дисциплины (назначение внутреннего контроля), а в случае необходимости, проведения дополнительной работы для повышения уровня требуемых знаний;
- доведения до обучающихся и иных заинтересованных лиц (законных представителей) информации о степени освоения обучающимися программы учебной дисциплины;
- своевременного выявления отстающих обучающихся и оказания им содействия в изучении учебного материала;
- анализа качества используемой рабочей программы учебной дисциплины и совершенствование методики ее изучения и преподавания;
- разработки предложений по корректировке или модификации рабочей программы учебной дисциплины и учебного плана.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устный опрос, контрольную работу и контроль подготовки доклада.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине обеспечивает оценивание хода ее освоения в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям Основной профессиональной образовательной программы (далее, образовательная программа).

Промежуточная аттестация является формой оценки качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, полноты приобретённых ими компетенций.

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине имеет задачей определить степень достижения учебных целей по данной учебной дисциплине по результатам обучения и проводится в форме зачёта в 3 семестре и в форме зачета в 4 семестре.

Промежуточная аттестация обучающихся проводится с использованием оценочных средств, которые представляются в виде фонда оценочных средств. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине – комплект методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для оценивания компетенций на разных этапах обучения.

Оценочные средства включают: вопросы для проведения устного опроса в рамках текущего контроля успеваемости, темы учебных заданий (в т. ч. докладов), практические задания для проведения контрольных работ, вопросы для проведения контрольной работы и зачёта.

Устный опрос и тест: предназначены для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины. Проводится на практических и лекционных (если учебным планом не предусмотрено практическое занятие) занятиях в течение 5-10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на предыдущей лекции. Перечень

вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Контроль выполнения задания (доклада): предназначен для оценки уровня сформированности знаний, умений, владений и коррекции действий обучающегося при подготовке доклада.

Контрольная работа: предназначена для текущей оценки уровня освоения обучающимся материала. Проводится в течение 1 академического часа на практических занятиях.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде *зачета* в 3 семестре и в виде зачета с оценкой в 4 семестре. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Зачет предполагает устный ответ на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на зачет и одно практическое задание. К моменту сдачи зачета должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля.

9.1. Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов.

Применение балльно-рейтинговой системы оценки знаний и обеспечения качества учебного процесса данной рабочей программой по дисциплине «Проблемы экологической безопасности авиационно-транспортных пр Гидродинамические методы прогнозирования» не предусмотрено (п. 1.9 Положения).

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций

Название и содержание этапа	Коды формируемых на этапе компетенций
Этап 1. Формирование базы знаний: лекции; практические занятия по темам теоретического содержания; самостоятельная работа обучающихся по вопросам тем теоретического содержания	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Этап 2. Формирование навыков практического использования знаний: работа с текстом лекции, работа с учебниками, учебными пособиями и проч. из перечня основной	ПК-1, ПК-2, ПК-3

Название и содержание этапа	Коды формируемых на этапе компетенций
<p>и дополнительной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», баз данных, информационно-справочных и поисковых систем и т.п.;</p> <p>самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям, докладов по выбранным темам, устному опросу, контрольной работе и т.д.</p>	
<p>Этап 3. Проверка усвоения материала:</p> <p>проверка подготовки материалов к практическим занятиям;</p> <p>заслушивание докладов;</p> <p>проведение устного опроса;</p> <p>проверка контрольной работы</p>	ПК-1, ПК-2, ПК-3

Оценка текущего контроля этапов формирования компетенций осуществляется по итогам выполнения следующих заданий: доклада, устного опроса, контрольной работы. На первом занятии преподаватель доводит до сведения обучающихся график текущего контроля освоения дисциплины и критерии оценки знаний при текущем контроле успеваемости, а также сроки и условия промежуточной и итоговой аттестации.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины (доклад) и устного опроса. Обучающемуся, пропустившему практические занятия, необходимо выполнить задания самостоятельно и защитить их выполнение перед преподавателем практических занятий.

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Опрос - важнейшее средство развития мышления и речи. Он обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий.

Устный опрос проводится, как правило, в течение 10 минут в начале лекции по теме предыдущего занятия. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Ответы обучающихся при устном опросе оцениваются преподавателем с записью в журнале учета успеваемости.

Тестирование проводится, как правило, в течение 5-10 минут в начале практического занятия по теме предыдущего занятия. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Ответы обучающихся при устном опросе оцениваются преподавателем с записью в журнале учета успеваемости.

Доклад - продукт самостоятельной работы обучающегося, являющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Доклад должен быть выполнен в машинописном варианте в соответствии с требованиями: рекомендуемый объем работы – 5-8 печатных листов. Способ оформления: 14 кегль, *Times New Roman*, интервал полуторный.

В течение семестра обучающимся выполняются 5 докладов по выбранным темам. Выступление осуществляется на практическом занятии. На выступление отводится не более 7 минут, 5 минут на вопросы и обсуждения. Предварительно выполненная обучающимся работа сдается на проверку преподавателю, который, в случае необходимости, делает замечания, подлежащие к исправлению. Обучающийся должен внести исправления в соответствии с замечаниями преподавателя и передать работу на повторную проверку. При отправке работы на повторную проверку обязательно представлять работу с указанными в первый раз замечаниями. Доклады, представленные без соблюдения указанных правил, на проверку не принимаются.

Практические работы. На практических занятиях по дисциплине «Авиационная метеорология» выполняются расчетные, текстовые и графические задания. Результаты выполненных заданий оцениваются преподавателем. Преподаватель проверяет правильность полученных расчетов в присутствии обучающегося, понимание обучающимся их значимости для проведения научного исследования, способность применить полученные знания в научно-исследовательской практике. По результатам проверки практических работ проставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Контрольная работа. Выполняется на шестом практическом занятии по отдельному разделу дисциплины в течение одного часа. Обучающимся выдаются индивидуальные задания (варианты). Проверку контрольных работ осуществляет преподаватель в течение одной недели, после чего оглашает результаты обучающимся, проводит разбор ошибок, рекомендуя обучающемуся, на что следует обратить внимание при изучении дисциплины.

Контроль с помощью практического задания обладает следующими достоинствами:

- экономия времени преподавателя;
- возможность поставить всех обучающихся в одинаковые условия;
- возможность разработки равноценных по трудности вариантов вопросов;
- уменьшение субъективного подхода к оценке подготовки обучающегося, обусловленного его индивидуальными особенностями.

Обучающемуся предоставляется возможность повторно выполнить не зачтенное задание. Все задания до начала экзаменационной сессии должны быть выполнены, в противном случае обучающийся должен выполнить их во время зачета.

По итогам освоения дисциплины «Гидродинамические методы прогнозирования» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета с

оценкой и предполагает устный ответ студента по билетам на теоретические и практические вопросы из перечня.

Зачет с оценкой является заключительным этапом изучения дисциплины «Гидродинамические методы прогнозирования» и имеет целью проверить и оценить учебную работу обучающегося, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению профессиональных задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Зачет с оценкой по дисциплине проводится в 4 семестре обучения. К зачету допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

Во время подготовки обучающиеся могут пользоваться материальным обеспечением зачета, перечень которого утверждается заведующим кафедрой.

Зачет с оценкой проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины, изученного студентами в 3 и 4 семестрах, по билетам в устной форме в специально подготовленных учебных классах. Перечень вопросов и задач, выносимых на зачет с оценкой, обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются заведующим кафедрой. Предварительное ознакомление обучающихся с билетами запрещается. Билеты содержат два вопроса по теоретической части дисциплины и одно практическое задание. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность обучающихся на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы, доклады, контрольную работу, домашнее задание и устные вопросы.

В ходе подготовки к зачету с оценкой необходимо проводить консультации, побуждающие обучающихся к активной самостоятельной работе. На консультациях высказываются четко сформулированные требования, которые будут предъявляться на зачете. Консультации должны решать вопросы психологической подготовки обучающихся к зачету, создавать нужную настрой и вселять обучающимся уверенность в своих силах.

Сроки промежуточной аттестации определяются графиком учебного процесса

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

В учебном плане курсовых работ не предусмотрено.

9.4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерии	Показатели	Описание шкалы оценивания
1. способность самостоятельно формулировать и решать актуальные научные и научно-прикладные задачи регионального и локально-		10 баллов - заслуживает студент, продемонстрировавший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала-

<p>го уровней с использованием современных методов исследований в области авиационной метеорологии и экологии (ПК 1)</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные научные проблемы в области изучения атмосферных процессов; - структуру и порядок проведения научного исследования по направлению «Науки о Земле»; - смысл структурообразующих понятий научного исследования: актуальность темы, степень ее разработанности, цель и задачи, объект, предмет исследования, методологические основы; - теории и методы в метеорологии и экологии при решении научно-производственных задач; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять поиск научной информации с использованием информационно-коммуникационных технологий; - самостоятельно осуществлять сбор метеорологической и экологической информации, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки теоретических и экспериментальных исследований; - осмысливать требования к структуре научного 	<ul style="list-style-type: none"> - называет и раскрывает основные научные проблемы в области изучения атмосферных процессов; - грамотно описывает структуру и порядок проведения научного исследования по направлению «Науки о Земле»; - раскрывает смысл структурообразующих понятий научного исследования; - называет и дает характеристику теории и методам математической статистики, применяемым в метеорологии и экологии при решении научно-производственных задач; - умеет осуществлять поиск научной информации с использованием информационно-коммуникационных технологий; - умеет самостоятельно осуществлять сбор метеорологической и экологической информации с использованием статистических архивов данных наблюдений; - демонстрирует умения осмысливать требования к структуре научного исследования в области 	<p>ла, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материала, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично, задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя.</p> <p>9 баллов - заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литера-</p>
--	--	--

<p>исследования в области авиационной метеорологии и экологии;</p> <p>- Владеть:</p> <p>- современными методами сбора, обработки, анализа и обобщения метеорологической и экологической информации;</p>	<p>авиационной метеорологии и экологии;</p> <p>- демонстрирует навыки применения современных методов сбора, обработки, анализа и обобщения метеорологической и экологической информации</p>	<p>туру и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично, задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя.</p>
<p>уметь планировать и самостоятельно осуществлять научные исследования в соответствии с профилем подготовки; обрабатывать, анализировать и интерпретировать полученные результаты (ПК-2)</p> <p>Знать:</p> <p>- требования к кандидатским диссертациям по географическим наукам, ее различие между другими результатами научной деятельности;</p> <p>- средства и методы получения фактической и прогностической метеорологической информации, особенности современных информационных технологий;</p> <p>- технологии моделирования атмосферных процессов;</p> <p>Уметь:</p> <p>- находить и обрабатывать необходимые данные о состоянии атмосферы и окружающей среды из разных источников;</p> <p>Владеть:</p>	<p>- формулирует требования к кандидатским диссертациям по географическим наукам, ее различие между другими результатами научной деятельности;</p> <p>- называет и описывает средства и методы получения фактической и прогностической метеорологической информации, особенности современных информационных технологий;</p> <p>- называет технологии моделирования атмосферных процессов;</p> <p>- умеет находить в современных базах данных и обрабатывать на ЭВМ с помощью статистических методов необходи-</p>	<p>8 баллов - заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного и программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический</p>

<p>- навыками обработки статистических данных о состоянии атмосферы и окружающей среды;</p> <p>- навыками анализа результатов численного моделирования атмосферных процессов</p>	<p>мые данные о состоянии атмосферы и окружающей среды;</p> <p>- демонстрирует навыки обработки статистических данных о состоянии атмосферы и окружающей среды;</p> <p>- грамотно анализирует результаты численного моделирования атмосферных процессов</p>	<p>характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов.</p> <p>7 баллов - заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный,</p>
--	---	---

		<p>значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов.</p> <p>6 баллов - заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, отличавшийся достаточной активностью на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы.</p>
--	--	--

		<p>5 баллов - заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения, задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы.</p> <p>4 балла - заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не</p>
--	--	---

		<p>отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на зачете, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей, задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы.</p> <p>3 балла - заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший по-</p>
--	--	---

		<p>грешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей, задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя.</p> <p>2 балла - выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившему самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические занятия, допустившему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, задание выполне-</p>
--	--	--

		<p>но на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя.</p> <p>1 балл - нет ответа (отказ от ответа, представленный ответ полностью не по существу содержащихся в экзаменационном задании вопросов), задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе</p>
--	--	---

Шкала оценивания промежуточной аттестации

«зачтено» обучающий набрал 6 – 10 баллов;

«не зачтено» обучающий набрал менее 6 баллов

9.5 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

9.5.1 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения устного опроса

1. В чём суть дискретизации пространства и времени в задачах моделирования атмосферных процессов?
2. Чем определяется разрешение модели при использовании спектральных методов решения уравнений гидродинамики атмосферы?
3. Какие требования предъявляются к численным схемам?
4. Что такое аппроксимация?
5. Дать понятие гидростатической модели атмосферы?
6. Как определяется порядок аппроксимации конечно-разностной схемы?
7. В чём суть ансамблевого прогноза?
8. Какие процессы параметризуются в гидродинамических атмосферных моделях?

9. Как рассчитываются коэффициенты разложения в ряд по тригонометрическим функциям?
10. Что такое число Куранта?
11. За что отвечает критерий Куранта-Фридрихса-Леви?
12. Сформулируйте теорему Лакса?
13. Какие конечно-разностные аналоги производных известны?
14. Чем отличаются конечно-разностные аналоги производных?
15. Как повысить порядок точности конечно-разностного аналога?
16. Что такое полулагранжев подход к описанию адвекции?
17. Что такое вычислительная вязкость?
18. К чему приводит ошибка ложного представления?
19. Какие функции могут быть использованы в качестве базисных?

9.5.2 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения контрольной работы и зачета

1. Что такое схема интегрирования по времени?
2. Для чего и когда используется схема интегрирования по времени?
3. Какие принципы классификации схем интегрирования по времени Вам известны?
4. Напишите линейное уравнение адвекции.
5. Аппроксимируйте линейное уравнение адвекции явной схемой.
6. Аппроксимируйте линейное уравнение адвекции неявной схемой.
7. В чём достоинства и недостатки явных (неявных) схем
8. Поясните алгоритм использования схем интегрирования по времени для решения прогностических уравнений.
9. Какие внешние условия необходимы для решения линейного уравнения адвекции при помощи явной двухуровневой трёхточечной схемы?
10. В чём отличие с точки зрения алгоритма решения трёхуровневой схемы от двухуровневой схемы?
11. Что значит «поставить начальные условия»?
12. Что значит «поставить граничные условия»?
13. Какие виды граничных условий Вам известны?
14. как проявляется при решении вычислительная мода?
15. По какому критерию определяют размер шага по времени?
16. Что надо знать, чтобы рассчитать количество шагов по времени?
17. В какой ситуации нет необходимости в постановке граничных условий?
18. Как можно контролировать вычислительную неустойчивость?
19. Как ведёт себя решение при использовании неустойчивой схемы?

Типовые практические задания

1. По исходным данным найти точную производную функции по пространству.

2. Аппроксимировать производную функции по пространству конечно-разностными аналогами: центральные разности

9.5.2 Тестовые задания для проведения текущего контроля по дисциплине «Гидродинамическое моделирование природных процессов»:

1. Для среднесрочного прогноза погоды необходимо использовать:

1. глобальные модели;
2. мезомасштабные модели;
3. региональные модели;

2. Для краткосрочного прогноза погоды необходимо использовать:

1. глобальные модели;
2. мезомасштабные модели;
3. региональные модели;

3. Ось OX стандартной декартовой системы координат направлена:

1. на запад;
2. на восток;
3. на север;
4. на юг;
5. вертикально вверх.

4. Ось OZ стандартной декартовой системы координат направлена:

1. на запад;
2. на восток;
3. на север;
4. на юг;
5. вертикально вверх.

5. Число уравнений в системе уравнений гидротермодинамики атмосферы равно:

1. двум;
2. трем;
3. четырем;
4. шести;
5. семи.

6. Формулы Френе описывают:

1. производные компонент ускорения Кориолиса в сферической системе координат;
2. производные компонент скорости в сферической системе координат;
3. производные компонент ускорения в сферической системе координат;
4. производные ортов сферической системы координат;

7. Вектор горизонтальной скорости в общепринятых обозначениях имеет координаты:

1. u и w ;
2. v и w ;
3. x , y и z ;
4. u и v ;

8. Значение вертикальной переменной \square на земной поверхности равно:

1. 0;
2. 1;
3. 0.5;
4. 2;

9. Значение вертикальной скорости на земной поверхности равно: $\square\square$

1. 0;
2. 1;
3. 0.5;
4. 2;

10. Порядок аппроксимации производной разностью направленной вперед равен:

1. 0;
2. 1;
3. 0.5;
4. 2;

9.5.3 Примерный перечень тем рефератов для представления докладов

1. Мировые метеорологические центры.
2. Глобальная система телесвязи.
3. Современные средства получения гидрометеорологических данных.
4. Использование спутниковой информации.
5. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли.
6. Спектральная модель Гидрометцентра России.
7. Мезомасштабные модели атмосферы.
8. Мезомасштабная модель международного консорциума COSMO.
9. Мезомасштабная прогностическая гидродинамическая модель атмосферы WRF.
10. Интерпретация результатов гидродинамического прогнозирования.
11. Использование результатов ГДМА при составлении авиационных прогнозов.

9.5.4 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Метод сеток: основные положения.
2. Конечно-разностные аналоги производных.
3. Ошибка аппроксимации производных.
4. Порядок точности аппроксимации производных.
5. Вычислительная вязкость.
6. Согласованность конечно-разностных схем.
7. Повышение порядка точности аппроксимации.
8. Линейное уравнение адвекции: принципиальная схема прогноза.

9. Явные и неявные схемы.
10. Двухуровневые и трёхуровневые схемы интегрирования по времени.
11. Одношаговые и многошаговые схемы интегрирования.
12. Принципиальная схема прогноза по явной схеме интегрирования.
13. Принципиальная схема прогноза по неявной схеме интегрирования.
14. Решение линейного уравнения адвекции аппроксимированного неявной схемой методом итераций.
15. Вычислительные моды.
16. Физические и вычислительные начальные условия.
17. Устойчивость конечно-разностных схем интегрирования.
18. Анализ устойчивости двухуровневых схем методом Неймана.
19. Анализ устойчивости трехуровневых схем.
20. Анализ устойчивости неявных схем.
21. Сравнительный анализ устойчивости схем с использованием центральных и направленных разностей.
22. Сравнительный анализ устойчивости явных и неявных схем интегрирования.
23. Анализ устойчивости двухшаговых схем.
24. Фазовая и групповая скорости. Вычислительная дисперсия.
25. Уравнение колебания. Аппроксимация различными конечно-разностными схемами.
26. Уравнение колебания. Анализ устойчивости методом Неймана.
27. Уравнение колебания. Анализ изменения фазы колебания.
28. Нелинейная вычислительная неустойчивость.
29. Адаптивные сетки. Основные положения.
30. Адаптивные сетки. Генератор сетки.
31. Методы численного интегрирования, используемые при решении уравнений гидродинамики атмосферы.
32. Методы учёта орографии в гидродинамических моделях атмосферы.
33. Особенности использования гидростатического приближения в современных гидродинамических моделях атмосферы.
34. Полулагранжев подход к описанию адвекции.
35. Ланранжев подход к описанию адвекции и его использование в гидродинамических моделях атмосферы.
36. Основные положения спектрального подхода к решению уравнений гидродинамики атмосферы.
37. Использование рядов в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов.
38. Специальные функции, используемые при гидродинамическом моделировании атмосферных процессов.
39. Подготовка начальных данных для гидродинамических моделей.
40. Ассимиляция результатов наблюдений.
41. Объективный анализ полей метеорологических величин.
42. Ансамблевый прогноз в гидродинамической моделировании атмосферных процессов.

43. Методы создания ансамблей в гидродинамическом моделировании.
44. Обработка информации ансамблевого прогноза.
45. Геофизические информационные системы (ГИС) в Науках о Земле.
46. Сферы и уровни использования ГИС.
47. Геоинформационные системы ресурсного типа.
48. Геоинформационные системы IDRISI.
49. Геоинформационные системы ArcGIS.
50. Геоинформационные системы ArcView.
51. Геоинформационные системы ГИС МЕТЕО.

9.5.5 Типовые практические задания

1. Найти ошибку аппроксимации производной по пространству конечно-разностными методами и определить согласованность конечно-разностных аналогов

2. Аппроксимировать баротропное уравнение вихря скорости конечными разностями.

3. Аппроксимировать производную функции по пространству конечно-разностным аналогом: назад направленные разности.

Пример билета:

1. Сравнительный анализ устойчивости явных и неявных схем интегрирования.

2. Геофизические информационные системы (ГИС) в Науках о Земле.

3. Аппроксимировать баротропное уравнение вихря скорости конечными разностями

При проведении зачета с оценкой устанавливаются единые критерии экзаменационных оценок:

«отлично» - выставляется студенту, показавшему полные знания учебной программы дисциплины, умение уверенно применять их на практике;

«хорошо» - выставляется студенту, показавшему полные знания учебной программы дисциплины, умение применять их на практике и допустившему в ответе некоторые несущественные неточности;

«удовлетворительно» - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

«неудовлетворительно» - выставляется студенту, ответ которого содержит существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и не умеющего использовать полученные знания при решении практических задач.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Вычислительные методы и геоинформационные системы в метеорологии и климатологии» обучающимися организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – два семестра. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета и зачета с оценкой.

Лекция – основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета. Основными задачами лекций являются: ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами; краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины; краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем; определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в области наук о Земле.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и, в целом, стремиться освоить быструю манеру письма. Конспект лекции предпочтительно писать в одной тетради, а не на отдельных листках, которые потом могут затеряться. Также для записи текста лекции можно воспользоваться ноутбуком, или планшетом. При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрикацию материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Обязательно следует делать специальные пометки, например, в случаях, когда какое-либо определение, положение, вывод остались неясными, сомнительными. Бывает, что материал не успели записать. Тогда также необходимо сделать соответствующие пометки в тексте, чтобы не забыть, в дальнейшем, восполнить эту информацию.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки методологии научного исследования. В рамках практического занятия обучающиеся отвечают на вопросы устного опроса, заслушивают доклады, используя технику активного слушания, обсуждают вопросы, выносимые преподавателем на занятия.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа включает следующие виды занятий:

– самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий, нормативно-правовых документов, статистической информации, учетно-отчетной информации, содержащейся в документах организаций;

– индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение заданий;

– завершающий этап самостоятельной работы – подготовка к сдаче зачета по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Следование принципам систематичности и последовательности в самостоятельной работе составляет необходимое условие ее успешного выполнения. Систематичность занятий предполагает равномерное распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения данной дисциплиной. Такой подход позволяет избежать дефицита времени, перегрузок, спешки и т.п. в завершающий период изучения дисциплины. Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине. Данный принцип изначально заложен в учебном плане при определении очередности изучения дисциплин. Аналогичный подход применяется при определении последовательности в изучении тем дисциплины.

Для повышения эффективности обучения на лекциях и практических занятиях желательно использовать мультимедийные проекторы. В целях экономии учебного времени целесообразно предоставлять обучающимся раздаточные материалы с наиболее сложными графическими материалами.

IT-методы используются при проведении всех видов занятий. Это позволяет сформировать у аспирантов систему знаний, умений и навыков по методике и технологии использования Интернет-ресурсов в процессе обучения, обеспечить продуктивный и творческий уровень деятельности при выполнении заданий.

Методические рекомендации по представлению доклада.

Доклад – публичное сообщение, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить. Чтобы выступление было удачным, оно должно хорошо восприниматься на слух, быть интересным для слушателей. При выступлении приветствуется активное использование мультимедийного сопровождения доклада (презентация, видеоролики, аудиозаписи).

Доклад подготавливается в письменной форме, в конце даётся список использованной литературы. Все приводимые в тексте цитаты, примеры, статистические данные приводятся со ссылками на их источники. Ссылки на источники, также как и список использованной литературы, оформляются в строгом соответствии с требованиями библиографического стандарта.

При использовании цитат нужно иметь в виду, что цитирование должно быть точным (дословным). Возможно сокращение цитируемого текста с использованием знака для замены изъятого фрагмента.

Пример ссылки на цитату из учебника (монографии, статьи)

А.И.Травников, характеризуя правовую природу Стандартов и рекомендуемой практики ИКАО, пишет, что «приводится текст.....» [2, с 23-24], где 12 – номер учебника в списке использованной литературы, с.23-24, номер цитируемой страницы

В самом списке оформление литературы следующее:

2. Стрельникова, А.Г. **Правила оформления диссертаций** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Стрельникова. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: СпецЛит, 2016. - 92 с. - Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/103983>

Если цитата приводится не дословно, а передается общее содержание написанного, то ссылка все равно необходима. В этом случае после ее порядкового обозначения ставится [См.:2, гл.4]. При таком свободном изложении используемого текстового фрагмента важно, чтобы точно, без искажений передавалась мысль автора.

В тех случаях, когда в одном литературном источнике содержится цитата из другого произведения, но её не представляется возможным проверить по первоисточнику в силу объективных причин, то подобная цитата оформляется так: [Цит. по 2, с. 18]. Когда в докладе приводится позиция учёного (или ряда ученых), то в тексте пишутся сначала инициалы автора, затем его фамилия. Например: «При рассмотрении этого вопроса мы не согласны с мнением Е.В. Ивановой и Л. Ю. Чернышевым о[2, с15-16, 18,с.234-236], далее обосновывается собственная позиция.....» либо «В данном случае мы присоединяемся к точке зрения Л. Ю. Чернышева[18, с.98], действительно.....».

Подготовка выступления. Этапы подготовки доклада: 1. Определение цели доклада (информировать, объяснить, обсудить что-то (проблему, решение, ситуацию и т.п.), спросить совета и т.п.). 2. Подбор для доклада необходимого материала из литературных источников. 3. Составление плана доклада, распределение собранного материала в необходимой логической последовательности. 4. Композиционное оформление доклада в виде текста и презентации. 5. Заучивание, запоминание текста доклада. 6. Репетиция, т.е. произнесение доклада с одновременной демонстрацией презентации.

Общая структура доклада Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение. Вступление. Формулировка темы доклада (она должна быть не только актуальной, но и оригинальной, интересной по содержанию). Актуальность выбранной темы (чем она интересна, в чем заключается ее важность, почему учащимся выбрана именно эта тема). Анализ литературных источников (рекомендуется использовать данные за последние 5 лет). Основная часть. Состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование

авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным. Способ изложения материала для выступления должен носить конспективный или тезисный характер. Заключение. Подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации.

Обучающиеся должны быть готовы к участию в обсуждении докладов.

На что обратить внимание при выступлении (докладе):

1. Общее впечатление: внешний вид; речь (грамотная, самостоятельная, без использования шпаргалок, уверенная, свидетельствующая о знании темы); корректное и вежливое отношение к другим участникам учебного процесса.

2. Логика построения выступления: наличие обращения к слушателям учебной группы; определение актуальности работы; выявление проблемы, цели и задач работы; сообщение о наиболее важных содержательных элементах доклада; примеры, иллюстрирующие представленные сюжеты работы; выводы по итогам работы; наличие завершающей фразы (общий итог, перспективы разработки проблемы и т.д.).

3. Правильное использование специальных (юридических) понятий в разработке темы.

4. Грамотное использование наглядности (применение компьютерных технологий, наличие схем, графиков, таблиц, т.д., работающих на раскрытие темы).

Готовясь к устной презентации следует:

- продумать свое обращение к слушателям учебной группы;
- составить структуру устной презентации (не обязательно она полностью повторить письменный вариант работы, но непременно будет в целом соответствовать ему);

- в том случае, если планируется использовать электронную презентацию: сделать ее в соответствии со структурой устного выступления; подобрать иллюстративный ряд; избегать стремления включить всю информацию (проговариваемые тексты) в слайды презентации; добиться синхронизации устного выступления и представления слайдов электронной презентации; быть готовым к тому, что могут возникнуть неполадки с техникой (стоит продумать вариант презентации без использования техники);

- выучить структуру ответа: ключевая фраза, самые важные определения, идеи;

- к каждой части выступления желательно привести пример и прокомментировать его.

Обучающийся должен показать в докладе, что теоретические положения связаны с правовой действительностью и находят в ней отражение. Обучающийся также должен показать и умение работать с нормативным материалом. Характер и объем изучения нормативного материала определяются темой и направленностью доклада. При этом ссылки на законодательство должны быть точными и сопровождаться указанием полного названия, даты принятия, номера с обозначением места официального опубликования.

Продолжительность доклада не должна превышать 10 минут в форме презентаций. После этого докладчику могут быть заданы вопросы. Текст доклада (вместе с презентационным материалом) в конце занятия передаётся преподавателю.

По итогам выставляется «зачтено»/»не зачтено».

Методические рекомендации по самостоятельному освоению пропущенных тем дисциплины.

Преподаватель называет обучающемуся даты пропущенных занятий и количество пропущенных учебных часов. Форма отработки обучающимся пропущенного занятия выбирается преподавателем. Отработка обучающимся пропущенных лекций проводится в следующих формах:

1) самостоятельное написание обучающимся краткого конспекта по теме пропущенной лекции с последующим собеседованием с преподавателем

2) подготовки доклада по пропущенной теме

На отработку занятия обучающийся должен явиться согласно расписанию консультативных часов преподавателя, которое имеется на кафедре. При себе обучающийся должен иметь: выданное ему задание и отчет по его выполнению.

Далее под контролем преподавателя выполняется практическая работа, обучающийся устно или письменно отвечает на вопросы преподавателя. Пропущенные лекции и практические занятия должны отрабатываться своевременно, до рубежного контроля по соответствующему разделу учебной дисциплины. Отработка засчитывается, если обучающийся демонстрирует зачётный уровень теоретической осведомлённости по пропущенному материалу.

В процессе изучения дисциплины важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 10 «21» января 2021 года, протокол № 5.

Разработчик:

к.т.н, доц. каф. № 10



Моисеева Н.О.

Заведующий кафедрой № 10 «Авиационная метеорология и экология»

к.г.н., профессор



Белоусова Л.Ю.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.г.н., профессор



Белоусова Л.Ю.

Проректор по научной работе
и экономике, д.э.н., профессор



Губенко А.В.

Начальник управления
аспирантуры и докторантуры
д.э.н., профессор



Байдукова Н.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «17» марта 2021 года, протокол № 5.

Программа утверждена на заседании Ученого совета Университета «18» марта 2021 года, протокол № 6.