

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.04.02.05 Ассимиляция информации гидродинамическими
моделями атмосферы**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

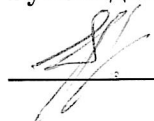
05.03.05 Прикладная гидрометеорология

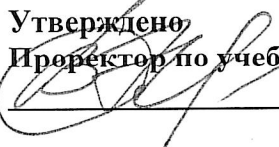
Направленность (профиль):
Авиационная метеорология

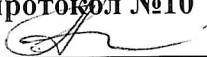
Уровень
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 **Ермакова Т.С.**

Утверждено
Проректор по учебной работе
 **Н.О. Верещагина**

Рекомендована решением
Учёного совета метеорологического факультета
30.06.2023 г., протокол №12
Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
метеорологических прогнозов
05.05.2023 г., протокол №10
Зав. кафедрой  **Анискина О.Г.**

Автор-разработчик:
к.ф.-м.н. Ермакова Т.С.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины — сформировать универсальную и общепрофессиональную компетентность, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков обучающимися принципов построения и функционирования гидродинамических моделей атмосферы, познакомить обучающихся с принципами совместного использования результатов измерений и моделирования.

Задачи:

1. Сформировать знание:
 - физическую и математическую постановку задачи при подготовке начальных данных для гидродинамического моделирования атмосферных физических и химических процессов;
 - принципиальные отличия существующих методов ассимиляции данных;
 - достоинства и недостатки разных методов ассимиляции данных.
2. Сформировать умение:
 - различать разные способы ассимиляции данных моделями;
 - применять простейшие методы ассимиляции данных на практике для диагностических задач одномерной модели;
 - оценивать погрешности проводимых расчетов с использованием интерполяционных процедур.
3. Сформировать владение:
 - навыками учета метеорологических данных из разных источников при подготовке начальных данных;
 - методами интерполяции гидрометеорологических данных;
 - методикой обработки результатов гидродинамического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, изучается в 8 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Методы зондирования окружающей среды», «Региональные численные модели», «Моделирование атмосферных процессов», «Интерпретация результатов численного моделирования атмосферы».

Изучается параллельно в 8 семестре с такими дисциплинами как:

«Метеорологическое обеспечение авиации, как отрасли экономики», «Наукастинг для авиации».

Дисциплина может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, в преддипломной практике, а также при написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенции ПК-1.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен осуществлять прогнозирование метеорологических условий с применением специализированного программного обеспечения, проводить анализ и интерпретацию данных в соответствии с требованиями авиационных нормативных документов в целях обеспечения безопасности полетов.	ПК-1.1. Знает принципы и методы эксплуатации современной техники, а также метеорологического прогнозирования	<i>Знать:</i> – физическую и математическую постановку задачи при подготовке начальных данных для гидродинамического моделирования атмосферных физических и химических процессов. <i>Уметь:</i> – различать разные способы ассимиляции данных моделями. <i>Владеть:</i> – навыками учета метеорологических данных из разных источников при подготовке начальных данных.
	ПК-1.2. Умеет разрабатывать профессиональные метеорологические прогнозы с использованием специализированного программного обеспечения	<i>Знать:</i> – принципиальные отличия существующих методов ассимиляции данных. <i>Уметь:</i> – применять простейшие методы ассимиляции данных на практике для диагностических задач одномерной модели. <i>Владеть:</i> – методами интерполяции гидрометеорологических данных.
	ПК-1.3. Владеет навыками анализа синоптических процессов и разработки прогнозов погоды для авиации, включая использование численных моделей и специализированных программно-аппаратных комплексов	<i>Знать:</i> – достоинства и недостатки разных методов ассимиляции данных. <i>Уметь:</i> – оценивать погрешности проводимых расчетов с использованием интерполяционных процедур. <i>Владеть:</i> – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	8 семестр	
Зачетные единицы	3	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	46	46
в том числе:	-	-
лекции	18	18
занятия семинарского типа:	-	-
практические занятия	28	28
лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	60,84	60,84
в том числе:	-	-
- курсовая работа	-	-
- контрольная работа	-	-
Контроль:	1,16	1,16
ВСЕГО ЧАСОВ	108	108
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
8 семестр							
1	Усвоение данных наблюдений. Субъективный и объективный анализы.	2	-	7	Обсуждение полученных результатов на практических занятиях	ПК-1	ПК-1.1
2	Статистическая структура метеорологических	2	8	8	Обсуждение полученных результатов на практических занятиях	ПК-1	ПК-1.1

	полей. Статистическая интерполяция гидроме- теорологических данных						
3	Оптимальная интерполяция	4	8	12	Обсуждение полученных результатов на практических занятиях	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
4	Вероятностные методы ассимиляции данных	4	8	12	Обсуждение полученных результатов на практических занятиях	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
5	Фильтр Калмана. Расширенный и ансамблевый фильтр Калмана	4	4	12	Обсуждение полученных результатов на практических занятиях	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
6	Проблема инициализации гидродинамических моделей	2	-	9,84	Обсуждение полученных результатов на практических занятиях	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
	ИТОГО:	18	28	60,84	-	-	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4. Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Усвоение данных наблюдений. Субъективный и объективный анализы.	Проблема прогноза погоды как детерминистская задача с начальными условиями. Организация системы наблюдений. Анализ результатов наблюдений как подготовка к прогностической части.	ПК-1
2	Статистическая структура метеорологичес- ких полей. Статистическая интерполяция гидроме- теорологически х данных	Пространственные и временные связи между метеорологическими переменными. Ошибки наблюдений и моделирования. Связи между ошибками и ковариационные матрицы ошибок. Методы определения ковариационных матриц. Постановка задачи статистической интерполяции. Использование априорных и апостериорных весов. Проблема минимизации матрицы ошибок. Ошибка анализа в статистической интерполяции.	ПК-1
3	Оптимальная интерполяция	Оптимальная интерполяция (ОИ) — широко используемый и довольно простой, но качественный метод ассимиляции данных. Ассимиляция данных с двух станций, находящихся на разном расстоянии относительно друг друга и узла сетки. Матрица ковариаций фоновой	ПК-1

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание	Компетенция
		погрешности. Многомерный анализ.	
4	Вероятностные методы ассимиляции данных	Вероятностный подход к ассимиляции данных. Проблема нахождения минимальных и максимальных значений быстроменяющихся функций. Постановка задачи вариационной ассимиляции данных. Построение функционалов качества применительно к проблеме инициализации атмосферных моделей.	ПК-1
5	Фильтр Калмана. Расширенный и ансамблевый фильтр Калмана	Фильтр Калмана представляет собой рекурсивный фильтр, который позволяет оценить состояние динамической системы на основе неполных и шумящих измерений. Формулировка алгоритма фильтра Калмана. Расширенный фильтр Калмана. Ансамблевый фильтр Калмана. Технические проблемы реализации фильтра Калмана.	ПК-1
6	Проблема инициализации гидродинамических моделей	Пространственные и временные масштабы атмосферных процессов. Синоптические и планетарные процессы в проблеме ассимиляции атмосферных данных. Проблема фильтрации шумов в ассимиляционных моделях.	ПК-1

Таблица 5. Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
8 семестр			
1	Линейная интерполяция метеорологических полей	4	4
2	Квадратичная интерполяция метеорологических полей	4	6
3	Интерполяция полиномом Лагранжа	4	10
4	Полиномиальная интерполяция метеорологических полей. Многочлен Ньютона	4	10
5	Интерполяция метеорологических полей сплайнами	4	12
6	Среднеквадратические оценки в метеорологии	4	10
7	Метод последовательных уточнений.	4	8,84
-	ВСЕГО	28	60,84

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях

конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. А также электронный учебный курс «Ассимиляция информации гидродинамическими моделями атмосферы» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Таблица 6. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине

Таблица 6. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине

Учет успеваемости	Количество баллов
– Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр	100
– Максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля:	100
в том числе максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	30

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов и критерии оценивания ответов на вопросы в билете по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения **зачета**: решение тестовых заданий.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы — 8 семестр

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
<i>1. Обязательная часть</i>			
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	<u>6</u>	<u>12</u>
1.1.1	Тест	6	12
1.2	Выполнение практических работ	<u>14</u>	<u>28</u>
1.2.1	Практическая работа № 1	2	4
1.2.2	Практическая работа № 2	2	4
1.2.3	Практическая работа № 3	2	4
1.2.4	Практическая работа № 4	2	4

1.2.5	Практическая работа № 5	2	4
1.2.6	Практическая работа № 6	2	4
1.2.7	Практическая работа № 7	2	4
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест	<u>10</u>	<u>20</u>
2.1.1	Тест на тему «Различные методы ассимиляции гидрометеорологических данных в численных моделях»	5	10
2.1.2	Тест на тему «3DVAR и 4DVAR»	5	10
2.2	Решение профессиональных задач	<u>15</u>	<u>30</u>
2.2.1	Решение профессиональных задач с использованием языка программирования fortran	5	10
2.2.2	Решение профессиональных задач с использованием языка программирования matlab	5	10
2.2.3	Решение профессиональных задач с использованием языка программирования python	5	10
2.3	Участие в олимпиадах по численным методам и математическому моделированию в науках об окружающей среде:	<u>60</u>	<u>60</u>
2.4.1	участник внутривузовской олимпиады	5	5
2.3.2	призер внутривузовской олимпиады	10	10
2.3.3	участие в межвузовской олимпиаде	10	10
2.3.4	призер межвузовской олимпиады	15	15
2.3.5	призер национальной олимпиады	20	20
3.1	Участие в стартап-проекте, связанном с численным моделированием	10	10
3.2	Участие в акселерационной программе университета / конкурсе грантов Росмолодежи с проектом, связанным с компьютерными технологиями	<u>10</u>	<u>20</u>
3.2.1	участие	10	10
3.2.2	победа	20	20
Итого баллов по вариативной части		20	60
4.1	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	30
Итого баллов по дисциплине		40	100

Таблица 7.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Не зачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Подготовка данных для гидродинамического моделирования».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Ермакова Т.С., Анискина О.Г. Ассимиляция данных: оптимальная интерполяция. Санкт-Петербург.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2023. – 66 с.
2. Смышляев С.П. Методические указания по дисциплине «Ассимиляция гидрометеорологических данных». Издательство РГГМУ. 2016. – 22 стр.

Дополнительная литература

1. Daley R. Atmospheric data analysis – Cambridge University Press, 1992

2. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я.. Климатическая обработка метеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 296 с.
3. Рожков В.А. Теория и методы статистического оценивания вероятностных характеристик случайных величин и функций с гидрометеорологическими примерами. Книга 1. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 340 с.
4. Гандин Л.С., Каган Р.Л. Статистические методы интерпретации метеорологических данных. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 360 с.
5. Evensen G. Data assimilation: The ensemble Kalman filter. Berlin: Springer, 2007.
6. Kalnay E. Atmospheric Modeling. Data Assimilation and Predictability. Cambridge University Press, 2003.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Образовательная платформа Нетология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://netology.ru/>
2. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/>
3. Образовательная платформа GeekBrains [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gb.ru/>
4. Образовательная платформа Skillbox [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/>
5. Образовательная платформа SkillFactory [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillfactory.ru/>
6. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://openedu.ru/>
7. Образовательная платформа Лекториум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lektorium.tv/>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Браузер: Яндекс браузер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://browser.yandex.ru/>
2. Файловый архиватор: 7-zip [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.7-zip.org/>
3. Файловый менеджер: Far-manager [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://farmanager.com/>
4. Офисный пакет: OpenOffice [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.openoffice.org/ru/>
5. GraDS

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. [Веб-портал в области свободного программного обеспечения](http://www.opennet.ru/) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.opennet.ru/>
2. [Веб-портал в области современных технологий](https://www.computerra.ru/) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.computerra.ru/>
3. [Информационный портал «Научная Россия»](https://scientificrussia.ru/) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/>

4. Сетевое издание «CNews» («СиНьюс») [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cnews.ru/>
5. Сетевое издание «IT-World: Мир цифровых и информационных технологий» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.it-world.ru/>
6. Справочно-информационный портал «Грамота.ру» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gramota.ru/>
7. Справочно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/>
8. Справочно-правовая система «Консультант плюс» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. База данных исследований Центра стратегических разработок [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.csr.ru/ru/research/>
2. База данных международных индексов научного цитирования Scopus [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scopus.com/>
3. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://webofscience.com/>
4. База данных НП «Международное Исследовательское Агентство «Евразийский Монитор» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eurasiamonitor.org/issliedovaniia>
5. База книг и публикаций электронной библиотеки «Наука и Техника» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://n-t.ru/>
6. Базы данных официальной статистики Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistic>
7. Электронная библиотечная система «Znanium» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanium.ru/>
8. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://urait.ru/>
9. Электронная научная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
10. Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования, обеспечивающим тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программе дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспеченностью доступа к архиву метеорологических карт и наблюдений

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий