

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
академик РАН Добролюбов С.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.04 «Гидрометеорология»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Метеорология», «Гидрология суши», «Океанология»

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 21, дата 30.09.2023)

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Гидрометеорология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки*).
ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 30 декабря 2020 года (протокол №1383).

Год (годы) приема на обучение: 2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к базовой части ОПОП, является обязательной для освоения.
2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: базируется на знаниях по гидрологии, океанологии, метеорологии, математике, информатике, программированию, дистанционным методах измерений в гидрометеорологии

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>ПК-2 (<i>формируется частично</i>)</p> <p>Владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств</p>	<p>ПК-2.1</p> <p>Применяет (при необходимости) метеорологическую информацию при разработке оперативных прогнозов погоды разной заблаговременности и разного целевого предназначения.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • регламентную основу сбора и преобразования гидрометеорологической информации на основе нормативных документов Всемирной метеорологической организации (ВМО); • концепцию и базовые сведения о системах сбора, передачи и обработки гидрометеорологической информации в рамках регламентов Всемирной службы погоды и Росгидромета; • основы последовательного автоматизированного преобразования гидрометеорологической информации, включая численный анализ, прогноз и постпроцессинг результатов моделирования; • основы верификации прогнозов гидрометеорологических явлений и процессов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • грамотно применять при решении производственных задач результаты работы всей последовательности и различных компонент Глобальной системы обработки данных и прогнозирования (ГСОДП) ВМО, а также применять аналогичные технологические цепочки при решении производственных задач оперативного гидрометеорологического прогноза в области метеорологии, гидрологии и океанологии. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • подходами, применяемыми для получения и контроля оперативной гидрометеорологической информации; • основами методов оперативного численного атмосферного моделирования, верификации и усвоения данных метеорологических наблюдений

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы*</i>					Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Работа с литературой	Подготовка реферата	Всего	
Темы 1-3	18	6	4			10	6	2	8	
Темы 4-6.	20	6	6			12	4	4	8	
Темы 7-8.	20	6	6			12	6	2	8	
Текущая аттестация: Контрольная работа	10		2			2	8		8	
Промежуточная аттестация зачет	4	<i>Устный зачет</i>						4		
Итого	72	36						36		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Всемирная метеорологическая организация (ВМО). Центры обработки данных. Процедуры оперативного обмена гидрометеорологической информацией на национальном и международном уровнях. Неоперативные функции центров ГСОДП, связанные с подготовкой климатических данных.

Тема 2. Глобальная система наблюдений. Предварительная обработка данных. Глобальная система наблюдений и телесвязи. Характеристика состава и объема информации, передаваемой по глобальной системе телесвязи. Основные понятия о кодовых формах. Автоматизация процессов форматирования и декодирования гидрометеорологической информации. Управление данными: сортировка, формирование баз данных. Автоматизированный контроль качества данных.

Тема 3. Концепция численного моделирования атмосферы. Процедуры усвоения гидрометеорологической информации. Численные модели атмосферы, основные концепции организации оперативных вычислений. Процедура усвоения гидрометеорологической информации, численный (объективный) анализ гидрометеорологических полей. Общая структура цикла усвоения данных. Представления о методах численного анализа, используемых в оперативной практике.

Тема 4. Подготовка продукции численных моделей атмосферы. Подготовка прогностической продукции на базе гидродинамических моделей атмосферы и океана. Основные типы гидродинамических моделей (глобальные, региональные, мезомасштабные и специализированные). Краткие характеристики прогностических моделей в центрах ГСОДП. Выходная продукция прогностических моделей, формы ее передачи по глобальной системе телесвязи. Ансамблевый прогноз, виды его продукции.

Тема 5. Вероятностный прогноз. Ансамблевое атмосферное моделирование. Источники ошибок моделей атмосферы. Понятие о разбросе ансамбля и априорной оценке качества. Виды ансамблевых численных прогнозов атмосферных параметров, применение продукции ансамблей

Тема 6. Постпроцессинг результатов вычислений. Объективная интерпретация численных прогнозов погоды (ЧПП) Методы объективной интерпретации ЧПП, используемые в оперативной практике. Основные гидрометеорологические величины и явления, прогнозируемые методами объективной интерпретации численного прогноза погоды (ЧПП).

Тема 7. Технология подготовки и распространения выходной продукции. Технология подготовки выходной продукции и отображения диагностической и прогностической информации. Технологические приемы, используемые при распространении результатов численных прогнозов: плюсы и минусы. Использование геоинформационных систем для оперативного гидрометеорологического прогнозирования.

Тема 8. Верификация численных и потребительских прогнозов гидрометеорологических параметров. Концепции верификации результатов вычислений и прогнозирования. Учет масштабов явлений. Основные нормативные документы, применяемые в Росгидромете и ВМО для выполнения верификации прогнозов. Оценка качества выходной продукции глобальных численных моделей по ключевым показателям в свободной атмосфере и у земной поверхности. Национальный и международный мониторинг качества прогностической продукции.

План проведения семинаров

1. История и структура Всемирной Метеорологической Организации.
2. История развития различных видов метеорологических/ морских/ гидрологических наблюдений.
3. Особенности отдельных кодовых форм для передачи гидрометеорологической информации (на примере кодовых описаний информации об опасных явлениях)
4. Автоматизированные системы прогнозирования опасных гидрологических ситуаций
5. Морские и гидрологические численные модели
6. Системы доведения и визуализации результатов численного моделирования
7. Информационная система OSCAR
8. Система ЕСИМО
9. Сеть грозопеленгационных измерений в России
10. Система наблюдений за цунами

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

Примерные темы рефератов:

1. История и структура Всемирной Метеорологической Организации.
2. Эволюция различных видов гидрометеорологических наблюдений.
3. Особенности отдельных кодовых форм для передачи гидрометеорологической информации (на примере кодовых описаний информации об опасных явлениях)
4. Применение результатов численного прогноза и реанализа для оценки сценариев изменения климата
5. Автоматизированные системы прогнозирования опасных гидрологических ситуаций

6. Морские и гидрологическое численные модели
7. Системы доведения и визуализации результатов численного моделирования

Текущая аттестация. Контрольная работа

Примерные варианты вопросов для контрольной работы

Вариант №1

1. Когда и кем была выпущена первая синоптическая карта?
2. Каково Ориентировочное число программ ВМО?
3. Какова политика ВМО в организации оперативных гидрометеорологических наблюдений?
4. Назовите самые динамично развивающиеся системы гидрометеорологических наблюдений (по увеличению количества данных)
5. Какие источники тепла и влаги описывают современные системы численного атмосферного моделирования?
6. Какова роль В.А.Бугаева в организации современной службы погоды?
7. Из каких компонент состоит ГСОДП и как расшифровывается эта аббревиатура?
8. Какие мировые метеорологические центры Вы знаете? В чем заключаются их функции в статусе мировых центров?
9. Чем отличается информация с геостационарных и полярноорбитальных спутников по возможности ее использования?
10. В чем заключается атмосферный форсинг для морских моделей? Перечислите его компоненты
11. Когда была создана Всемирная метеорологическая организация, какой документ и в каком году предшествовал этому?
12. Как расшифровывается аббревиатура ГСТ?
13. Какие региональные центры ВМО (РСМЦ) существуют в России? В чем заключается их функции как региональных центров?
Нарисуйте схему информационных потоков ММЦ-РСМЦ – остальные центры в России
14. Что измеряют скатерометры и какую продукцию получают после расшифровки их сигналов?
15. В чем заключается атмосферный форсинг для гидрологических моделей? Приведите примеры
16. Из каких компонент состоит Программа ВМО Всемирная служба погоды?
17. Каковы основные принципы, изложенные в Конвенции ВМО? Какова миссия ВМО для метеорологических служб различных стран?
18. Как организован обмен информацией в рамках ГСТ? Каковы функции глобальных, региональных и национальных центров в рамках производства и обмена информацией? Нарисуйте схему.
19. Перечислите виды (компоненты Глобальной сети) гидрометеорологических наблюдений
20. Что означает негидростатическое приближение в атмосферном моделировании? Когда его целесообразно применять
21. Сколько стран входит в настоящее время в состав ВМО?

22. Какие гидрологические программы ВМО Вы знаете?

23. Перечислите региональные области обмена и выпуска информации (RA) ВМО, какие части земного шара они объединяют, по возможности, назовите по несколько региональных центров внутри них.

Вариант №2

1. Какую роль играют радиозонды в современных системах обработки данных наблюдений?

2. Что означает приближение гидростатики? Когда можно его применять при численном моделировании атмосферных процессов?

3. Определение численной модели атмосферы (прогноза погоды) в современном понимании (своими словами). Прокомментируйте данное Вами определение

4. Чем отличаются понятия Разрешение модели от Разрешения расчетной сетки? Каково соотношение разрешения вычислительной сетки и воспроизводимых моделью процессов

5. Каковы основные источники неточностей моделей атмосферы? Как изменяются неточности с увеличением срока интегрирования?

6. Перечислите физические процессы, описываемые явно и параметрически моделями атмосферы

7. Что означает «ансамблевое численное моделирование»? При решении каких гидрометеорологических задач целесообразно использовать его результаты?

8. Каково ключевое отличие негидростатических моделей атмосферы от гидростатических? На каком горизонтальном разрешении сеток эти отличия начинают сказываться?

9. Что означает «циклическое усвоение данных»?

10. Каковы, на Ваш взгляд, основные отличия постановки задачи морских и атмосферных гидродинамических моделей?

11. Чем отличаются понятия объективного анализа гидрометеорологической информации и усвоения гидрометеорологических данных?

12. Чем отличаются архивы полей объективного анализа за каждый день от результатов реанализа? Какие архивы реанализов Вам известны? Каково разрешение сеток современных реанализов?

13. Какая информация реанализов контролируется данными измерений, а какая является полностью продуктом численного моделирования?

14. Опишите основные принципы работы и используемые виды информации систем прогнозирования быстроразвивающихся паводков можно на примере Flash Flood Guidance System – FFGS, каковы, на Ваш взгляд, необходимые условия ее работы?

Вариант №3

1. Зачем нужны кодовые формы для передачи гидрометеорологической информации.

Что означает бинарные формы? Какие кодовые формы признаны ВМО официальными для передачи информации ЧПП в узлах сеток?

Отличие таблично- ориентированных от традиционных кодов. Примеры обоих. Какой вид таблично- ориентированных кодов используется для передачи данных наблюдений?

2. Приведите примеры продукции ансамблевых численных прогнозов атмосферных процессов?

3. Почему традиционные регламенты и способы передачи информации посредством Глобальной сети телекоммуникаций не могут быть использованы для доведения до пользователей результатов ансамблевого моделирования? Как в итоге можно воспользоваться этой продукцией ведущих мировых центров?

4. Как называется в системах обработки метеорологической информации число для опознавания измеряющей станции?

5. Чем отличаются понятия «объективный анализ гидрометеорологической информации», «усвоение данных», «реанализ» ?

6. Приведите примеры пространственного разрешения вычислительных сеток систем глобального моделирования ведущих метеорологических центров (ЕЦСПП, NCEP). Какие гидрометеорологические объекты могут прогнозировать такие модели и какие не могут?

7. Что означает «таблица сопряженности» для верификации метеорологических прогнозов. В каких случаях она используется? Приведите примеры ее использования для вычисления успешности прогнозов.

8. В чем отличие верификации (вычисления параметров успешности) прогнозов дискретных и непрерывных метеорологических полей? Какие проблемы возникают при верификации прогнозов погодных условий мезомасштабного моделирования? Почему при повышении детализации прогнозов ряд показателей успешности может снижаться?

9. Опишите основы принципы работы системы предупреждения о цунами

10. Какова периодичность измерений высоты, областей покрытия и водного эквивалента снежного покрова?

11. Каково ориентировочное число функционирующих в настоящее время дрейфующих буев? Перечислите виды выполняемых наблюдений

12. Какие задачи выполняет постпроцессинг результатов численного моделирования?

13. Чем отличается технология получения информации по системе MOS от технологии получения результатов численного моделирования для пунктов?

14. Что означают понятия даун-скейлинга и ап-скейлинга, в каких случаях эти процедуры могут быть использованы?

15. Какая выходная продукция результатов атмосферного численного прогноза может быть использована в задачах расчета изменения уровней водоемов? В задачах прогнозирования половодий?

16. Какая выходная продукция результатов атмосферного численного прогноза может быть использована в задаче определения параметров (местоположения, высоты, скорости перемещения волн) ветрового морского волнения?

17. Какова выходная продукция атмосферного численного прогноза может быть использована для систем управления ледовой обстановки?

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Цели и организация глобальной системы обработки данных (ГСОД). Мировые, региональные и национальные центры обработки данных.
2. Процедуры оперативного обмена гидрометеорологической информацией на национальном и международном уровнях.
3. Предварительная обработка данных Глобальной системы наблюдений и телесвязи. Перечень гидрометеорологических данных, поступающих в центры ГСОД. Характеристика состава и объемов информации поступающих в центры ГСОД.
4. Автоматический контроль качества данных.
5. Численный (объективный) анализ гидрометеорологических полей, полиномиальная интерполяция, оптимальная интерполяция, последовательная коррекция.
6. Четырехмерное (непрерывное) усвоение данных наблюдений.
7. Краткая характеристика систем усвоения данных наблюдений в ведущих центрах ГСОД.
8. Процедуры инициализации. Статическая инициализация, инициализация по нормальным модам, неадиабатическая инициализация.
9. Вариационное согласование полей.
10. Усвоение данных гидрометеорологических наблюдений.
11. Основные принципы работы циклических и непрерывных систем усвоения. Особенности построения полей реанализа.
12. Основные типы гидродинамических моделей, используемые в численном прогнозе погоды.
13. Классификация моделей по исходным уравнениям, срокам прогнозирования и методам численного решения.
14. Краткая характеристика прогностических моделей в ведущих центрах ГСОД.
15. Методы оценки качества прогнозов гидрометеорологических величин и явлений. Оценка качества продукции численных прогнозов погоды, национальный и международный мониторинг качества прогностической продукции.
16. Оценка качества категоризованных прогнозов.
17. Современные подходы верификации результатов прогнозирования.
18. Системы ансамбля прогнозов. Краткие сведения об ансамблях прогнозов в ведущих центрах ГСОД.
19. Выходная продукция прогностических моделей, формы ее передачи по глобальной системе телесвязи.
20. Неоперативные функции центров ГСОД.

Шкала и критерии оценивания

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

8. Ресурсное обеспечение:

- *Перечень основной и дополнительной учебной литературы*
Основная литература

1. Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования. ВМО, №485, Женева, 2017

Дополнительная литература:

1. Белов П.Н., Борисенков Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. Л., Гидрометеиздат, 1989, 376 с.
2. Гандин Л.С. Объективный анализ метеорологических полей, Л., Гидрометеиздат, 1963, 288 с.
3. Фролов А.В., Важник А.И., Свиренко П.И., Цветков В.И. Глобальная система усвоения данных наблюдений о состоянии атмосферы. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2000, 188 с.
4. Ипатова В.М., Шутяев В.П. Алгоритмы и задачи ассимиляции данных для моделей динамики атмосферы и океана (образовательный курс, Долгопрудный, Московский физико-технический институт (государственный университет), 2013
5. Наставление по кодам. Международные коды. ВМО № 36, 2012.
6. Руководящие указания по системам ансамблевого прогнозирования и прогнозированию (ВМО-№ 1091, 2012).
7. Ebert E. Fuzzy verification of high-resolution gridded forecasts: a review and proposed framework/ METEOROLOGICAL APPLICATIONS Meteorol. Appl. 15: 51–64 (2008) Published online in Wiley InterScience. Доступно в электронном виде по запросам
8. Kalnay E. Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. Cambridge University Press. 2003. 341 p.
9. Базовые требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды, РД 52.27.723– 2009

10. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Часть II. Гидрометеорологические наблюдения на судовых станциях, производимые штатными наблюдателями. РД 52.04.316-92

- *Перечень лицензионного программного обеспечения*
Не требуется
- *Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем*
Не требуется
- *Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)*
meteoinfo.ru (сайт Гидрометцентра России)
http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=283 (Раздел сайта Института повышения квалификации Росгидромета)
Wetterzentrale.de (раздел с продукцией ансамблевых прогнозов погоды различных стран)
<http://www.ecmwf.int/en/learning/education-material> (учебные материалы Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды)
<http://portal.esimo.ru/portal> (портал межведомственной информационной системы ЕСИМО для доступа к ресурсам морских информационных систем и комплексного информационного обеспечения морской деятельности, разработанной в рамках Федеральной целевой программы “Мировой океан”)
<http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>
поисковая система научной информации www.scopus.com
электронная база научных публикаций www.webofscience.com
- *Описание материально-технической базы*
Учебная аудитория с мультимедийным проектором + наличие экрана для проекции изображений
или
Учебная аудитория с демонстрационным оборудованием - крупным монитором
Наличие в аудитории доски и соответствующих средств графики (мел, маркеры, фломастеры и т.д.)

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель: Ответственный за курс – Розинкина И.А.,
преподаватель – Розинкина И.А.

11. Разработчик программы:

Розинкина Инна Адольфовна, к.ф.-м.н., доцент, заведующая лабораторией, ФГБУ «Гидрометцентр России».