

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Географический факультет


«Утверждено»

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



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 10 » 12 2018 г., пр. № 12



ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ»

по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»

уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Географический факультет

«Утверждено»

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

Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« _____ » _____ 2018 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ»

по направлению подготовки **05.03.04 «Гидрометеорология»**

уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

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

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – получение знаний об автоматизированном процессе оперативной обработки гидрометеорологической информации для выпуска численных прогнозов погоды и атмосферного форсинга для гидрологических (для суши и морских процессов) моделей – от сбора до доведения продукции численных прогнозов до пользователей и основах численного анализа и прогнозирования атмосферных процессов.

Задачи освоения дисциплины:

- получить представление о глобальной системе обработки данных и прогнозирования Всемирной метеорологической организации (ВМО), и всех ее компонент (сбора данных, усвоения данных, численного прогнозирования, постпроцессинга и верификации);
- получить представление о взаимосвязи задач численного оперативного обслуживания метеорологии, гидрологии суши и океанологии;
- получить знания о видах и процессах усвоения оперативной гидрометеорологической информации для использования в целях оперативного прогнозирования погоды и гидрометеорологических явлений;
- получить представление об организации оперативного гидрометеорологического обслуживания в России
- изучить подходы и проблемы использования продукции численных моделей атмосферы/ подстилающей поверхности

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Автоматизированные методы обработки гидрометеорологической информации» входит в базовую часть профессионального цикла ООП по направлению «Гидрометеорология», модуль «Методы получения и анализа гидрометеорологической информации». Она обязательная и изучается на 4-м курсе в 7-м семестре.

Изучение дисциплины предполагает наличие у студентов знания основ гидромеханики, высшей математики, программирования и гидрометеорологии, а также наличия практического опыта, полученного в рамках практик после 3-го курса.

Изучение данной дисциплины необходимо для освоения дисциплин профиля «Метеорология» – «Численные методы прогноза погоды» и «Спутниковая метеорология», профиля «Гидрология» – «Моделирование гидрологических процессов», «Гидрологические прогнозы»; профиля «Океанология» – «Модели океанической ситуации» и «Взаимодействие океана и атмосферы».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

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

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать регламентную основу сбора и преобразования

<p>информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2.Б, формируется частично)</p>	<p>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 Уметь грамотно применять при решении потенциальных производственных задач результаты работы различных компонент Глобальной системы обработки гидрометеорологической информации; Владеть подходами, применяемыми для получения и контроля оперативной гидрометеорологической информации.</p>
<p>владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств (ПК-2.Б, формируется частично)</p>	<p>Знать основы последовательного автоматизированного преобразования гидрометеорологической информации, включая численный анализ, прогноз и постпроцессинг результатов моделирования; основы верификации прогнозов гидрометеорологических явлений и процессов; Уметь – применять знания к широкому спектру прикладных задач; Владеть основами методов оперативного численного атмосферного моделирования, верификации и усвоения данных метеорологических наблюдений, используемых в технологиях автоматизированной обработки оперативной гидрометеорологической информации подходами использования и интерпретации выходной продукции атмосферных моделей в метеорологических и гидрологических приложениях, включая вероятностные подходы.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа).

Аудиторная нагрузка – 36 часов, из них 18 часов – лекций, 18 часов – семинарские занятия, 36 часов – самостоятельная работа студентов.

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

				лекци я	семи нар		
1	Цели и структура глобальной системы обработки данных (ГСОД).	7	1-2	2	2	2	
2	Глобальная система наблюдений и телесвязи. Предварительная обработка и контроль данных	7	3 - 4	2	2	4	
3	Процедура усвоения гидрометеорологической информации, численный (объективный) анализ гидрометеорологических полей	7	5 - 7	2	3	4	Контрольная № 1 по темам 1-2
4	Подготовка прогностической продукции на базе гидродинамических моделей атмосферы	7	8 - 10	2	3	5	
5	Объективная интерпретация численных прогнозов погоды.	7	11- 12	3	2	4	Защита реферата по темам 1-5
6	Технология подготовки выходной продукции (постпроцессинг)	7	13- 14	3	2	3	Контрольная № 2 по темам 3-5
7	Верификация результатов численных прогнозов	7	15 - 16	2	2	3	
8	Неоперативные функции центров ГСОД.	7	17 - 18	2	2	2	Контрольная № 3 по темам 5-7
	Промежуточная аттестация					9	зачет
	Итого		18	18	18	36	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций

Введение: ВМО и Всемирная служба погоды. Цели и организации глобальной системы обработки данных (ГСОД). Мировые, региональные и национальные центры обработки данных. Процедуры оперативного обмена гидрометеорологической информацией на национальном и международном уровнях.

Тема 1. Глобальная система наблюдений. Предварительная обработка данных. Глобальная система наблюдений и телесвязи. Характеристика состава и объема информации, передаваемой по глобальной системе телесвязи. Кодовые формы, автоматизированное декодирование и форматирование гидрометеорологической информации. Автоматизированный контроль качества данных. Управление данными: сортировка, формирование баз данных.

Тема 2. 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. Процедуры инициализации.

Тема 3. Подготовка прогностической продукции. Подготовка прогностической продукции на базе гидродинамических моделей атмосферы и океана. Основные типы гидродинамических моделей (глобальные, региональные, мезомасштабные и специализированные). Краткие характеристики прогностических моделей в основных центрах ГСОД. Выходная продукция прогностических моделей, формы ее передачи по глобальной системе телесвязи. Оценка качества выходной продукции глобальных численных моделей по ключевым показателям в свободной атмосфере. Национальный и международный мониторинг качества прогностической продукции.

Тема 4. Объективная интерпретация численных прогнозов погоды. Объективная интерпретация численных прогнозов погоды (ЧПП) Методы объективной интерпретации ЧПП, используемые в оперативной практике. Основные гидрометеорологические величины и явления, прогнозируемые методами объективной интерпретации ЧПП.

Тема 5. Технология подготовки выходной продукции. Технология подготовки выходной продукции и отображения диагностической и прогностической информации. Постпроцессинг результатов вычислений.

Тема 6. 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.

Тема 7. Неоперативные функции центров ГСОД. Неоперативные функции центров ГСОД, связанные с подготовкой климатических данных.

Темы семинаров

Темы семинаров соответствуют темам лекционных разделов. На семинаре более подробно разбираются теоретические вопросы, поднятые на лекции, их прикладной аспект.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организуется с использованием предлагаемой преподавателем учебной и научной литературы по темам разделов дисциплины.

Самостоятельная работа студентов заключается в проработке материала лекций.

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

- изучение отдельных разделов тем дисциплины;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к семинарским занятиям;
- работу с интернет-источниками;

- подготовку к различным формам контроля.
- Самостоятельная работа студентов обеспечена следующими материалами:
- учебно-методическими материалами по основным разделам дисциплины.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

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 гидрологические численные модели
7. Системы доведения и визуализации результатов численного моделирования

Вопросы к контрольной работе №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 скаттерометры 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.

Вопросы к контрольной работе №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. Перечислить 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?

Вопросы к контрольной работе №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?

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Зачет устный

Примерный перечень вопросов к зачету

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

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Для зачета

Оценка	Незачет	Зачет
РО и соответствующие виды оценочных средств		
Знания (виды оценочных средств: устные опросы, тесты)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: контрольные работы, 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: контрольные работы, 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

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература

а) основная:

1. Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования. ВМО, №485, Женева, 2017 В свободном доступе на русском языке:
https://meteoinfo.ru/images/media/books-docs/WMO/485_ru.pdf

б) дополнительная:

1. Белов П.Н., Борисенков Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. Л., Гидрометеиздат. 1989, 376 с.
2. 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
3. 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, доступно, напр., <https://mipt.ru/education/chair/mathematics/upload/99f/algsaasimilation.pdf>
4. Наставление по кодам. Международные коды. ВМО № 36, 2012 (доступно, напр. на http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=283)
5. Руководящие указания по системам ансамблевого прогнозирования и прогнозированию (ВМО-№ 1091, 2012. Доступно: www.wmo.int/pages/prog/www/DPFS/Manual/documents/1091_Guidelines_on_EPS_ru.pdf

6. 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
7. Kalnay E. Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. Cambridge University Press. 2003. 341 p. Доступно в электронном виде по запросам
8. Базовые требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды, РД 52.27.723– 2009
9. Положение о реперных климатических станциях РД 52.04.720, 2009
10. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Часть II. Гидрометеорологические наблюдения на судовых станциях, производимые штатными наблюдателями. РД 52.04.316-92

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

1. meteoinfo.ru (сайт Гидрометцентра России)
2. http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=283 (Раздел сайта Института повышения квалификации Росгидромета)
3. Wetterzentrale.de (раздел с продукцией ансамблевых прогнозов погоды различных стран)
4. <http://www.ecmwf.int/en/learning/education-material> (учебные материалы Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды)
5. <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”)
6. <http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с мультимедийным проектором, экраном, доской для мела или фломастеров.

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

тесты контроля усвоенных знаний по дисциплине

1. Перечислите и дайте краткую информацию по видам гидрометеорологических данных, поступающие в глобальную систему обработки данных.
2. В чем заключается последовательность автоматизированной обработки гидрометеорологических данных?
3. Что входит в понятия объективного анализа и усвоения данных наблюдений?
4. В чем заключаются сложности верификации данных автоматизированного гидрометеорологического прогнозирования?

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии географического факультета.

Протокол № 12 от 10.12. 2018 г.

Куратор направления

«Гидрометеорология», доцент

А.Г.Косицкий

подпись

Разработчик:

Розинкина И.А., к.ф.-м.н., заведующая лабораторией, ФГБУ «Гидрометцентр России»

Эксперты:

Вильфанд Р.М., д.т.н., ФГБУ «Гидрометцентр России»

Фролова Н.Л., д.г.н., профессор, географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова