

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)
ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ПОГОДЫ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.04 «Гидрометеорология»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Метеорология»

Форма обучения:
очная

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

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) 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 вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «Динамическая метеорология», «Климатология», «Статистические методы в метеорологии», «Синоптическая метеорология».
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>СПК-4 (<i>формируется частично</i>) Способен использовать метеорологическую информацию в синоптическом анализе при разработке оперативных прогнозов погоды разной заблаговременности и разного целевого предназначения.</p>	<p>СПК-4.1 Применяет современные концепции научного прогноза погоды при разработке прогнозов с заблаговременностью месяц и сезон.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные системные концепции научного прогноза погоды; • пространственно-временные закономерности формирования полей основных метеорологических величин, а также функционирования и развития основных синоптических объектов: воздушных масс, циклонов, антициклонов и атмосферных фронтов; • принципы составления долгосрочного прогноза погоды, понятие предсказуемости. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • составлять прогноз погоды общего пользования с заблаговременностью месяц и сезон с использованием результатов численных прогнозов погоды, спутниковой информации. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами составления долгосрочного вероятностного прогноза погоды; • методами оперативного обслуживания потребителей и субъектов народного хозяйства

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 24 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 48 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 к семинарам	Всего
Тема 1. Введение.	2	2				2			
Тема 2. Физические причины коротко- и долгопериодных колебаний атмосферной циркуляции	6	1	1			2	2	2	4
Тема 3. Воздействие на атмосферную циркуляцию неадиабатических источников тепла	5	1	1			2	2	1	3
Тема 4. Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы.	6	1	1			2	2	2	4
Тема 5. Теория длинных волн	6	1	1			2	2	2	4
Тема 6. Сезонные особенности ОЦА в тропосфере и стратосфере.	6	1	1			2	2	2	4

Тема 7. Компрессия информации в задачах ДПП.	6	1	1			2	2	2	4	
<i>Текущая аттестация 1: контрольная работа</i>	6		2			2		4	4	
Тема 8. Методы прогноза погоды на 5—10 дней.	6	1	1			2	2	2	4	
Тема 9. Синоптико-статистические методы прогноза погоды на месяц.	6	1	1			2	2	2	4	
Тема 10. Сезонные прогнозы погоды.	6	1	1			2	2	2	4	
Тема 11. Статистические методы в ДПП	6	1	1			2	2	2	4	
Промежуточная аттестация – зачет	5	<i>Устный зачет</i>					5			
Итого	72	24					48			

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Разработка методологических и научных основ долгосрочного прогнозирования погоды (ДПП) - одна из важнейших задач, реализуемая как в рамках национальной службы погоды, так и в программах Всемирной метеорологической организации (ВМО). Наиболее значимые проекты ВМО, направленные на создание теоретических основ и прикладных методов ДПП (TOGA, CLIVAR, CLIPS, IPCC, ARGOS, ГРОКО, S2S и др.).

Тема 2. Физические причины, обуславливающие кратко- и долгопериодные колебания атмосферной циркуляции и элементов погоды. Оценка максимальной заблаговременности прогноза погоды при условии адиабатичности атмосферы. Закон четырех третей. Понятие детерминированной предсказуемости. Предсказуемость I и II рода. Осреднение по времени и пространству метеорологических элементов, выделение их главных мод - необходимые процедуры для потенциально предсказуемых объектов ДПП. Элементы теории динамических систем применительно к атмосфере Э.Лоренца.

Тема 3. Оценка воздействия на атмосферную циркуляцию различных неадиабатических источников тепла (вариации температурного режима океана, положения границ снежного и ледового покрова, влажности почвы, облачности, и др.).

Тема 4 Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы. Модель Бьеркнеса. Современные модели океана. Эмпирическое моделирование асинхронных связей ENSO, NAO, AO и другие региональных схем циркуляции, температурного и барического режимов атмосферы умеренных широт.

Тема 5. Теория длинных волн. Совместные модели общей циркуляции океана и атмосферы.

Тема 6. Сезонные особенности ОЦА в тропосфере и стратосфере. Взрывные зимние потепления в полярной стратосфере. Зависимость макросиноптических ситуаций в высоких и умеренных широтах стратосферы от квазидвухлетней цикличности в экваториальной атмосфере. Статистическая связь динамических параметров в стратосфере и тропосфере.

Тема 7. Необходимость компрессии информации в задачах ДПП. Элементы теории распознавания образов. Методы синоптической и объективной (автоматизированной) классификации макромасштабных метеорологических процессов. Способы ортогонального представления метеорологических полей.

Тема 8. Методы прогноза погоды на 5—10 дней. Понятие естественного синоптического периода. Статистическая интерпретация выходной продукции моделей ОЦА. Концепции РР и MOS. Применение принципа динамической выборки (кусочно-линейной регрессии) в задачах ДПП малой заблаговременности.

Тема 9. Синоптико-статистические методы прогноза погоды на месяц. Вероятностные подходы при прогнозе классов метеорологических полей. Использование принципа аналогичности и свойств цепей Маркова. Применение дальних связей. Динамико-статистические методы месячного прогноза Гидрометцентра России и Главной геофизической обсерватории. Официальные схемы прогноза погоды на территории России на месяц с нулевой заблаговременностью. Ансамблевый подход к ДПП. Методы комплексации выходной продукции численных ДПП.

Тема 10. Сезонные прогнозы погоды. Понятие естественного синоптического района и естественного синоптического сезона. Современные схемы сезонного прогноза в тропической зоне. Современные схемы сезонного прогноза погоды во внетропической зоне. Методы оптимальной комплексации в задачах сезонного прогноза погоды. Методы сезонного прогнозирования с интерактивным блоком химико-метеорологического взаимодействия.

Тема 11. Статистические методы, наиболее часто используемые в практических схемах ДПП. Дискриминантный анализ. Метод канонической корреляции. Приемы выделения информативных предикторов в схемах ДПП.

План проведения семинаров

1. Обсуждение востребованности долгосрочных прогнозов погоды.
2. Обсуждение крупномасштабных процессов общей циркуляции атмосферы и их учета в долгосрочных прогнозах погоды.
3. Обсуждение сезонной изменчивости общей циркуляции атмосферы.
4. Обсуждение детерминированности предсказуемости состояния атмосферы.

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

Текущая аттестация. Контрольная работа

Вопросы к контрольной работе

1. Какие физические причины обуславливают кратко- и долгопериодные колебания атмосферной циркуляции и элементов погоды.

2. На чем основана оценка максимальной заблаговременности прогноза погоды при условии адиабатичности атмосферы?
3. В чем заключается закон четырех третей?
4. На каких законах основано понятие детерминированности предсказуемости?
5. Что такое предсказуемость I и II рода?
6. Как влияют на атмосферную циркуляцию неадиабатические источники тепла?
7. Опишите модель Бьеркнеса.
8. Что такое стратосферные потепления?
9. В каких районах земного шара и в чем проявляется квазидвухлетняя цикличность?
10. Почему возникает необходимость сжатия информации в задачах ДПП?
11. Какие методы применяются для синоптической и автоматизированной (объективной) классификации макромасштабных метеорологических процессов.

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Понятие погоды, периодические и непериодические изменения погоды и их причины.
2. Методологические и научные основы долгосрочного прогнозирования погоды.
3. Проекты ВМО, направленные на создание теоретических основ и прикладных методов ДПП.
4. Физические причины кратко- и долгопериодных колебаний атмосферной циркуляции.
5. Закон четырех третей. Понятие предсказуемости.
6. Роль воздействия на атмосферную циркуляцию неадиабатических источников тепла.
7. Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы.
8. Влияние ENSO на ОЦА умеренных широт.
9. Длинные волны в атмосфере.
10. Совместные модели общей циркуляции океана и атмосферы.
11. Сезонные особенности ОЦА в тропосфере и стратосфере.
12. Статистическая связь динамических параметров в стратосфере и тропосфере.
13. Методы синоптической и объективной (автоматизированной) классификации макромасштабных метеорологических процессов.
14. Способы ортогонального представления метеорологических полей.
15. Прогноз погоды на 5—10 дней.
16. Понятие естественного синоптического периода.
17. Статистическая интерпретация выходной продукции моделей ОЦА.
18. Методы прогноза погоды на месяц.
19. Сезонные прогнозы погоды.
20. Статистические методы в практических схемах ДПП.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *зачет в устной форме*

Шкала и критерии оценивания

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: <i>устный опрос, реферат</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: <i>устный опрос, реферат</i>)	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: <i>устный опрос, реферат</i>)	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. Угрюмов А.И., Долгосрочные гидрометеорологические прогнозы: Учебное пособие, СПб, Изд-во РГГМУ, 2006.
2. Багров Л.И., Кондратович КВ., Педь Д.А., Угрюмов А.И. Долгосрочные прогнозы погоды. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 248 с.

Дополнительная литература:

1. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Семенюк Е.А., Бардин М.Ю., Муравьев А.В., Нестерова Г.А., Савелова О.Ф., Хамидулина А.Б. Схема вероятностного адаптивного метеорологического прогноза (групповые аналоги) с оптимизацией состава предикторов. – Труды Гидрометцентра СССР, 1990, вып. 306, с. 3-55.
2. Монин А.С. Прогноз погоды как задача физики. М.: Наука, 1969.
3. Переведенцев Ю.П., Мохов И.И., Елисеев А.В., Шанталинский К.М., Важнова Н.А., 2013: Теория общей циркуляции атмосферы. Казанский университет, 224 с.

4. Филатов А.Н., Муравьев А.В., Реснянский Ю.Д. Долгосрочный метеорологический прогноз: математические проблемы и возможности гидродинамических моделей // 70 лет Гидрометцентру России. – СПб., 1999. – С. 141-145.
5. Чичасов Г.Н. Технология долгосрочных прогнозов погоды. Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 1991.
6. Шукла Дж. Предсказание средних по времени. 1. Динамическое предсказание средних месячных значений. – В кн.: Долгосрочное и среднесрочное прогнозирование погоды. М., Мир, 1987.
7. Barnston A.G.: Linear Statistical Short-term Climate Predictive Skill in the Northern Hemisphere, J. Climate, 1993, vol 7, 1513-1564.
8. Lorenz E., 1993: The essence of chaos. University of Washington, 238 pp.
9. Predictability of Major Stratospheric Sudden Warmings: Analysis Results from JMA Operational 1-Month Ensemble Predictions from 2001/02 to 2012/13 MASAKAZU TAGUCHI J.Atm.Sci., 2016, vol 73, 789-806.
10. www.wmo.int/pages/themes/climate/long-range_forecasting.php LRF – seasonal timescale OR longer (ENSO, regional sea-surface temperature) Empirical (physics and statistics) and computer models (numerical models), 2016.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

Не требуется

- Перечень нелицензионного программного обеспечения

ПО, необходимое для редактирования текстов, работы с изображениями, подготовки слайдов, доступа в интернет.

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Прямой доступ к оперативной базе данных прогноза погоды Гидрометцентра России

Доступ к результатам прогнозов мировых центров прогноза погоды

Библиотека климатических данных (IRI-LDEO) <http://ingrid.ldeo.columbia.edu/>

Всемирный центр метеоданных, Ashville (NOAA) <http://www.ncdc.noaa.gov/wdcamet.html>

Гидрометеорологические данные по России (Ascii, по станциям) – <http://www.meteo.ru>

Изменения климата в России (ИГКЭ) <http://climate.mecom.ru/>

Климатические данные по городам земного шара <http://www.worldclimate.com/>

Климатические данные NOAA (daily - global, regional, gif, Ascii, и др.) <http://ferret.wrc.noaa.gov/las/>

Климатические данные по России и другим странам (температура) <http://meteo.infospace.ru/climate/html/index.ssi>

Климат океанов и прибрежных зон (по данным ICES) <http://www.ices.dk/status/>

Международный центр распространения данных (DDC-IPPC) <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/>

Статистическая структура глобальной атмосферы по данным радиозондирования <http://www.meteo.ru/rihmi/oa/issl.htm>

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
поисковая система научной информации www.scopus.com
электронная база научных публикаций www.webofscience.com

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Вильфанд Роман Менделевич, преподаватели: Вильфанд Роман Менделевич

11. Разработчики программы: Вильфанд Роман Менделевич, д.т.н., научный руководитель Гидрометцентра РФ.