Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

Дальние связи в тропосфере с учётом тропосферно-стратосферного взаимодействия

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.04.05«Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Уровень:
Магистратура

Форма обучения
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»
_____Є.П.Смышляев.

Утверждаю
Председатель УМС_____И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
_19__ __мая_____2021 г., протокол №__8__

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
_4__ __мая_____2021 г., протокол №_9__
Зав. кафедрой _____Анискина О.Г.
Авторы-разработчики:
_____Ермакова Т.С.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – познакомить обучающихся с современными знаниями о влиянии стратосферы на зимнюю погоду в тропосфере во временном масштабе одного года и сезона;научить обучающихся оценивать изменения в навыках вероятностного прогнозирования во внетропической стратосфере через предикторы в тропиках и внетропической тропосфере и оценивать изменения погоды у поверхности во внетропических регионах после сильных и слабых стратосферных вихрей.

Задачи:

- освоение средств и методов получения информации для распознавания текущего состояния тропических регионов в тропосфере;
- обучение методикам определения климатических стратосферных показателей и характеристик;
- формирование понимания специфических проблем прогнозирования долгосрочного прогнозирования с учетом дальних связей.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Дальние связи в тропосфере с учетом тропосферно-стратосферного взаимодействия» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль –Прикладная метеорология относится к части ОПОП, в которую входят дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3, читается на 3 семестре для очной формы обучения и на 2 году для заочной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Моделирование природных процессов в атмосфере», «Долгосрочные прогнозы», «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере Земли».

Успешное освоение данной дисциплины послужит основой для освоения следующих дисциплин: «Термодинамические режимы полярной стратосферы», «Основные закономерности общей циркуляции атмосферы», «Дополнительны вопросы синоптической метеорологии».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-3.1

Таблица 1.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**	**Результаты обучения**
ПК-3Способен анализировать комплекс физических процессов, приводящих к возникновению разномасштабных явлений в атмосфере, в том числе с целью их прогнозирования	*ПК-3.1Анализирует дальние связи для исследования динамики климатической системы с применением современных методов.*	*Знать:* – принципиальные отличия климата и погоды в низких и высоких широтах, и факторы, приводящие к изменению климата и воздействию на погоду внетропических регионов. *Уметь:* – учитывать тропосферно-стратосферное взаимодей-ствие при долгосрочном прогнозировании. *Владеть:* – навыками работы с метеорологическими базами данных

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144академических часа.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах 2021 года набора

Объём дисциплины	**Всегочасов**	
	Очная форма обучения	**Заочная форма обучения**
Объемдисциплины		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**56**	**16**
в томчисле:	**-**	**-**
лекции	**28**	**8**
занятиясеминарскоготипа:		
практическиезанятия		
лабораторныезанятия	**28**	**8**
Самостоятельная	**88**	**128**

работа (далее – СРС) – **всего:**		
в томчисле:	-	-
курсоваяработа		
контрольнаяработа		
Видпромежуточнойаттестации	**экзамен**	**экзамен**

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения
2021 года набора

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы	СРС			
1	*Вводная лекция о тропосферно-стратосферном взаимодействии*	3	2	-	2	Опрос на лекции.	ПК-3	ПК-3.1
2	*Циклы солнечной активности и долгосрочное прогнозирование*	3	2	4	5	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
3	*Эль-Ниньо южная осцилляция*	3	4	4	12	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
4	*Осцилляция Маддена-Джулиана*	3	4	4	12	Контрольное расчётное задание, опрос студентовпо результатам контрольного	ПК-3	ПК-3.1

						расчетного задания		
5	*Квази-двухлетнее колебание*	3	4	4	12	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
6	*Северная кольцевая мода и Североатлантическоеколебание*	3	4	4	12	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
7	*Стратосферный полярный вихрь*	3	4	6	12	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
8	*Тихоокеанские декадные осцилляции*	3	2	-	5	Опрос на лекции	ПК-3	ПК-3.1
9	*Циркуляция Брюера-Добсона*	3	2	2	16	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-3	ПК-3.1
	ИТОГО	-	**28**	**28**	**88**	-	-	-

Таблица 4.

Структура дисциплины для заочной формы обучения
2021 года набора

№	**Раздел / тема дисциплины**	**Год**	**Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.**	**Формы текущего контроля успеваемости**	**Формируемые компетенции**	**Индикаторы достижения компетенций**

			Лекции	Лабораторные работы	СРС			
1	*Вводная лекция о тропосферно-стратосферном взаимодействии*	2	2	-	20		ПК-3	ПК-3.1
2	*Эль-Ниньо южная осцилляция. Осцилляция Маддена-Джулиана*	2	2	4	42		ПК-3	ПК-3.1
3	*Северная кольцевая мода и Североатлати-ческая осцилляция*	2	2	-	36		ПК-3	ПК-3.1
5	*Стратосферный полярный вихрь*	2	2	4	30		ПК-3	ПК-3.1
	ИТОГО	**-**	**8**	**8**	**128**	**-**	**-**	**-**

4.3. Содержание*разделов/тем*дисциплины

4.3.1 Вводная лекция о тропосферно-стратосферном взаимодействии

Сравнение характеристик стратосферной и тропосферной циркуляции. Понимание роли стратосферы в изменчивости и изменении тропосферного климата. Механизмы связи тропосферы и стратосферы. Стратосферные процессы и предсказуемость тропосферного климата вмасштабах: отвнутрисезонного до внутригодового (зимы с сильным и слабымстратосфернымполярным вихрем);от межсезоннодо межгодового (ЭНЮК, ОМД, КДК).

4.3.2Циклы солнечной активности и долгосрочное прогнозирование

Три различных механизмавоздействия на атмосферу земли солнечной активности: прямые изменения в общей солнечной радиации, из-за изменений в содержании стратосферного озона и нагрева, вызванных изменениями солнечного УФ-излучения, или из-за изменений в содержании стратосферного озона, вызванных частицами высокой энергии, поток которых модулируется солнечной активностью. Различные циклы солнечной активности.

4.3.3 Эль-Ниньо южная осцилляция (ЭНЮК)

Явление ЭНЮК, три его фазы и особенности их проявления в океане и атмосфере. Индексы ЭНЮК и параметры океана и атмосферы, по которым они определяются.Типы положительной фазы ЭНЮК. Экстремальные погодные явления, связанные с положительной и отрицательной фазами ЭНЮК. Проявление ЭНЮК во внетропической тропосфере и стратосфере.

4.3.3.3 Осцилляция Маддена-Джулиана(ОМД)

Явление ОМД, его фазы и особенности их проявления в океане и атмосфере. Конвективная облачность, скрытая теплота фазовых переходов воды и их связь с фазами ОМД. Индексы ОМД и параметры, по которым они определяются.Экстремальные погодные явления, связанные с фазами ОМД. Проявление ОМД во внетропической тропосфере и стратосфере.

4.3.4 Квази-двухлетнее колебание (КДК)

Явление КДК, особенности ветрового режима стратосферы над экваторами особенности проявления КДК в океане и атмосфере. Фазы КДК: две основных и две переходных.Проявление КДК во внетропической тропосфере и стратосфере.

4.3.5 Северная кольцевая мода (СКМ) и Североатлатическоеколебание (САК)

Северная и южная кольцевые моды. Колебания внетропического атмосферного потока, которые не связана с сезонным циклом. Изменения в поле давления и ветра. В чем разница между СКМ и САК? Их проявление во взаимодействии тропосферы и стратосферев зимнее время в Северном полушарии. Их роль в изменении климата.

4.3.6 Стратосферный полярный вихрь

Формирование стратосферного полярного вихря в зимней стратосфере и его экстремальные состояния. Разница между вихрями Северного и Южного полушарий. Связь вихря и волн планетарного масштаба. Смещение, вытягивание и расщепление стратосферного полярного вихря во время внезапных стратосферных потеплений. Влияние на погоду в приземном слое экстремальных состояний полярного вихря.

4.3.7 Тихоокеанские декадные осцилляции (ТДО)

ТДО как образец изменчивости климата Тихого океана. Фазы ТДО, через аномалии температуры поверхности океана на северо-востоке и в тропиках Тихого океана. Индекс ТДО. Краткое описание пространственно согласованной крупномасштабной модели десятилетней изменчивости климата в Тихоокеанском бассейне. Связь с социально значимыми воздействиями на осадки, температуру, снежный покров и засуху.

4.3.8 Циркуляция Брюера-Добсона

Циркуляция Брюера-Добсона состоит из меридиональной ячейки в каждом полушарии, в которой воздух поднимается через тропическую тропопаузу, движется к полюсу и опускается во внетропическую тропосферу. Влияние на распределение и содержание стратосферного озона напрямую и косвенно, а также влияние на температуру тропопаузы, перистые облака тропопаузы и водяной пар в стратосфере, и связь с процессами изменения климата.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темыдисциплины	Тематикапрактическихзанятий	Всегочасов	В том числе часов практической подготовки
2	Построение климатических карт с учетом индексов солнечных активности для	4	4

	стандартных метеорологических характеристик для разных регионов обоих полушарий с использованием данных реанализа при помощи GRADS.		
3	Построение графиков температуры поверхности океана для разных фаз ЭНЮКс использованием данных реанализа при помощи GRADS. Сравнение полученных результатов со значениями различных индексов ЭНЮК.	4	4
4	Написание программы для расчета индекса ОМД по методу естественных ортогональных функцийс использованием данныхреанализа (уходящая длинноволновая радиация).	4	4
5	Написание программы для расчета фаз КДК по методу естественных ортогональных функций с использованием данных реанализа (зональная компонента ветра).	4	4
6	Написание программы для расчета фаз САК по методу естественных ортогональных функций с использованием данных реанализа (геопотенциальная высота).	4	4
7	Построение распределений для стандартных стратосферных термодинмаческих характеристик в условиях экстремальных состояний стратосферного полярного вихря с использованием данных реанализа при помощи GRADS. Анализ полученных результатов с учетом изученных долгопериодных осцилляций.	6	6
9	Построение распределений остаточной меридиональной циркуляции с использованием данных реанализа для разных фаз ЭНЮК, ОМД, КДК, САК.	2	2

Таблица 6.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	**Тематика практических занятий**	**Всегочасов**	**В том числе часов практической подготовки**
2	Построение графиков температуры поверхности океана для разных фаз ЭНЮК и ОМД с использованием данных реанализа при помощи GRADS. Сравнение полученных результатов со значениями различных индексов ЭНЮК и ОМД.	4	4
4	Построение распределений для стандартных стратосферных термодинмаческих характеристик в условиях экстремальных состояний стратосферного полярного вихря с	4	4

	использованием данных реанализа при помощи GRADS. Анализ полученных результатов с учетом изученных долгопериодных осцилляций.		

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. Дополнительно к лекционным и практическим занятиям студент может приходить на консультации с преподавателем, для чего студент может использовать возможности удаленного доступа (Интернет).

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

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 9;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 21.

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

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

Форма проведения **экзамена**: *устно по билетам*

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-3.1

1. В чем выражается тропосферно-стратосферное взаимодействие? Дальние связи.
2. Сравнение характеристик стратосферной и тропосферной циркуляций.
3. Каким образом выражается солнечная активность при прогнозировании климата в средних и высоких широтах стратосферы и тропосферы?
4. Механизмы воздействия солнечной активности на тропосферу.
5. ЭНЮК. Его фазы. Проявление фаз ЭНЮК во внетропических регионах.
6. Индексы ЭНЮК. Расчет и применение.
7. ОМД. Фазы ОМД, их проявление во внетропической тропосфере.
8. Связь ОМД, конвективной облачности и уходящей длинноволновой радиации в тропиках.
9. КДК и особенности ветрового режима в экваториальной стратосфере.
10. Проявление фаз КДК во внетропической атмосфере.
11. Изменение поля давления и ветра при разных фазах САК.
12. Применение САК при прогнозах на один сезон.
13. Стратосферный полярный вихрь в Северном и Южном полушарии. Принципиальные отличия.
14. Экстремальные состояния стратосферного полярного вихря зимой в Северном полушарии.

15. Как проявляется стратосферный полярный вихрь в средних и высоких широтах.
16. ТДО. Фазы и связь с ЭНЮК.
17. Проявление влияния ТДО на климатические изменения осадков, температуры воздуха и снежного покрова.
18. Циркуляция Брюера-Добсона. Методики расчета.
19. Циркуляция Брюера-Добсона и химия атмосферы.

Курсовая работа

Выполнение курсовой работы дисциплиной не предусмотрено.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	**Баллы**
Посещение лекционных занятий	0-9
Опрос на лекциях	0-28
Контрольное расчётное задание №1	0-6
Контрольное расчётное задание №2	0-6
Контрольное расчётное задание №3	0-6
Контрольное расчётное задание №4	0-6
Контрольное расчётное задание №5	0-6
Контрольное расчётное задание №6	0-6
Контрольное расчётное задание №7	0-6
Промежуточная аттестация	0-21
ИТОГО	**0-100**

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	**Баллы**
Зачтено	40-100
Незачтено	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 контролюи промежуточной аттестациипредставлены в Методическихрекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Атмосферные процессы в полярных регионах».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная

1. Взаимодействие стратосферы и тропосферы = Stratospheretroposphereinteractions : научное издание / К. Моханакумар ; ред. : Р. Ю. Лукьянова. - Москва :Физматлит, 2011. - 452 с. - Предм. указ.: с. 448-452. - ISBN 978-5-9221-1348-9 (русск.)

2. Атмосферные процессы и вращение Земли / Н. С. Сидоренков. - Санкт-Петербург :Гидрометеоиздат, 2002. - 365 с.

3. Динамика экваториальной атмосферы : монография / Е. М. Добрышман. - Ленинград :Гидрометеоиздат, 1980. - 286, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 272-285.

4. Полярные регионы (Арктика и Антарктика). Изменение климата и его последствия: неофициальный перевод гл. 15 рабочей группы 2 четвертого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) / авт. - сост.: О. А. Анисимов. - Москва: [б. и.], 2011. - 35 с. - 36.00 р. - Текст: непосредственный.

Дополнительнаялитература

1. Использование тропосферно-стратосферных связей в методе долгосрочных метеорологических прогнозов для Антарктики / Г. Е. Рябков. - Текст : непосредственный // Труды ГНЦ РФ ААНИИ. - 1999. - Т. 441. - С. 52-58.

2. Связи межгодовых вариаций стратосферных потеплений, циркуляции тропосферы и температуры поверхности океанов Северного полушария / Е. А. Жадин. - Текст : непосредственный // Известия РАН; серия ФАО. - 2008. - № 5. - С. 641-653.

3. Модельный источник генерации осцилляции Маддена-Джулиана / К. К. Кандиева, О. Г. Анискина, А. И. Погорельцев. - Текст : непосредственный // Ученые записки РГГМУ. - 2017. - № 47. - С. 91-105.

4. Влияние южной осцилляции на динамику стратосферы и озоновый слой Арктики / А. Р. Яковлев, С. П. Смышляев. - Текст : непосредственный // Известия РАН; серия ФАО. - 2019. - т. 55, № 1. - С. 98-113.

5. Оценки связи вариаций атлантической долгопериодной осцилляции и Эль-Ниньо-Южного колебания / И. И. Мохов, Д. А. Смирнов. - Текст : непосредственный // Известия РАН; серия ФАО. - 2015. - Т. 51, № 5. - С. 533-542.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1.https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-8217-7
2. http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/lab/pub/2015_vargin_vras_en.pdf
3. https://www.researchgate.net/publication/242091606_Seasonal_dependence_of_the_MJO-ENSO_relationship

8.3. Переченьпрограммногообеспечения

1. The Grid Analysis and Display System (GrADS)
2. Fortran

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Библиотека РГГМУ

8.5. Перечень профессиональных баз данных

Профессиональные базы данных не используются

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений.
Протокол заседания кафедры метеорологических прогнозов от 30.06.2022 № 14

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры метеорологических прогнозов от21.06.2023 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры метеорологических прогнозов от 12.05.2024 № 11