



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.В.27 Геофизическая гидродинамика**

Направление подготовки **05.03.04 «Гидрометеорология»**

Направленность (профиль) подготовки **«Метеорология»**

Квалификация (степень) выпускника - **БАКАЛАВР**

Форма обучения очная, заочная

Согласовано с УМК
географического факультета
Протокол №3 от «17» апреля 2020 г.

Председатель  С.Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой:
метеорологии и физики околоземного
космического пространства
Протокол № 5
от «7» апреля 2020 г.
и.о зав. кафедрой  Латышева И.В.

Иркутск 2020 г.

Содержание

Стр.

1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ООП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины	5
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	7
5.3 Разделы и темы дисциплины и виды занятий	7
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
6.1 План самостоятельной работы студентов	9
6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	10
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:	10
а) основная литература	10
б) дополнительная литература	10
в) программное обеспечение	10
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	11
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	11
10. Образовательные технологии	11
11. Оценочные средства (ОС)	12

1. Цели и задачи дисциплины: ознакомить студентов с основами динамики атмосферы и океана, с современными математическими моделями геофизической гидродинамики. Дать студентам теоретические основы в области гидротермодинамики природных течений вращающихся бароклинных стратифицированных жидкостей и газов и знания по технологии математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Геофизическая гидродинамика» входит в профессиональный цикл вариативной части ООП по направлению подготовки «Гидрометеорология». Для полного усвоения учебного материала по дисциплине «Геофизическая гидродинамика» студентам необходимо иметь прочные знания по Физике (Б1.Б.09); Математике (Б1.Б.06), Математическому анализу (Б1.Б.06.02), механики жидкости и газа (Б1.В.16), Динамической метеорологии (Б1.В.05).

Изучение дисциплины «Геофизическая гидродинамика» является предшествующим для изучения следующих дисциплин: Численные методы анализа и прогноза погоды (Б1.В.09), Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды (Б1.Б.17).

Трудоёмкость в зачётных единицах - 4.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

(ОПК-1) владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик;

(ОПК-2) владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии, биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в гидрометеорологии.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные закономерности динамических явлений и процессов, протекающих в атмосфере, речных системах и океане; иметь целостное представление по динамике сложных объектов атмосферы и гидросферы.

Уметь: исследовать движения атмосферы и гидросферы физико-математическими методами;

Владеть: теоретическими методами изучения процессов в атмосфере и гидросфере, базирующихся на нелинейной системе уравнений гидротермодинамики, являющихся математическим выражением физических законов сохранения энергии, массы, импульса.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Всего часов / рабочих единиц</i>	<i>Семестры</i>	
		<i>7</i>	<i>заочная</i>
Аудиторные занятия (всего)	43	43	12
В том числе:			
Лекции	14	14	8
Практические занятия (ПЗ)	28	28	4
КСР	1	1	
Самостоятельная работа (всего)	11	11	85
В том числе:			
Контрольные работы	2	2	30
Самостоятельные работы студентов (задаваемые на дом)	5	5	30
Самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины с последующим обсуждением наиболее сложных моментов со студентами и преподавателем	4	4	25
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	54	экзамен	экзамен
Контактная работа (всего)	44	44	14
Общая трудоемкость часы	108	108	108
зачётные единицы	3	3	3

5. Содержание дисциплины:

5.1 Содержание разделов и тем дисциплины.

1. Уравнения геофизической гидродинамики.
2. Малые колебания.
3. Гидродинамическая неустойчивость.
4. Поверхностные волны.
5. Внутренние волны.
6. Волны Россби – Блиновой.
7. Основы статистической гидромеханики.
8. Пограничные слои.
9. Геострофическая турбулентность.
10. Турбулентность в стратифицированных средах.
11. Численные модели общей циркуляции атмосферы и океана.
12. Трёхмерные численные модели климата.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Б.1Б.17 Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды	1, 7, 8, 10, 11, 12
2.	Б1.В.09 Численные методы анализа и прогноза погоды	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

5.3 Разделы (модули), темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ	Семин.	Лаб.	СРС	Всего
1	1	Уравнения геофизической гидродинамики	1/1	3			1/10	4/11
2	2	Малые колебания	1	2			1/10	4/10
3	3	Гидродинамическая неустойчивость	1/1	2			1/10	4/11
4	4	Поверхностные волны	1/1	2			1/10	4/11
5	5	Внутренние волны	1	2			1/10	4/10
6	6	Волны Россби – Блиновой	1	2			1/10	4/10
7	7	Основы статистической гидромеханики	1/1	2			1/5	4/6
8	8	Пограничные слои	1	2/1			0,5	3,5/1
9	9	Геострофическая турбулентность	1/1	3/1			1/5	5/7
10	10	Турбулентность в стратифицированных средах	1/1	2			1/5	4/6
11	11	Численные модели общей циркуляции атмосферы и океана	2/1	3/1			1/5	6/7
12	12	Трехмерные численные модели климата	2/1	3/1			0.5/5	5,5/8
13	Всего:		14/8	28/4			11/85	53/97
14	КСР							1
	ИТОГО							108

6. Перечень семинарских, практических занятий лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
-------	-----------------------------	---	---------------------	--------------------	-------------------------

1	2	3	4	5	6
1.	1	Уравнения геофизической гидродинамики	3	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
2.	2	Малые колебания	2/1	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
3.	3	Гидродинамическая неустойчивость	2	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
4.	4	Поверхностные волны	2	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
5.	5	Внутренние волны	2/1	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
6.	6	Волны Россби – Блиновой	2	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
7.	7	Основы статистической гидромеханики	2	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
8.	8	Пограничные слои	2	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
9.	9	Геострофическая турбулентность	3/1	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
10.	10	Турбулентность в стратифицированных средах	2	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
11.	11	Численные модели общей циркуляции атмосферы и океана	3	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
12.	12	Трехмерные численные модели климата	3/1	Оценка в баллах	ОПК-1 ОПК-2
	Итого:		28/4		

6.1 План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы и проверка задания	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1-2	1	Описать специфические особенности объектов геофизической гидродинамики (вращение, стратификация, бароклинность). Самостоятельная домашняя работа (№1). Собеседование с каждым студентом по выполненной работе с целью выяснения самостоятельности и качества усвоения материала. Консультации по отдельным вопросам.	1-о, 2-д, 3-д	1/10
3	2	Эссе: Малые колебания. Последующее обсуждение с преподавателем.	1-о, 6-д, 7-д	1/10
4	3	Что означает гидродинамическая неустойчивость? Дискуссия по обсуждаемой проблеме. Самостоятельная подготовка студентов с последующим докладом одного из студентов и обсуждением в группе.	1-о, 8-д, 9-д	1/10
5	4	Поверхностные волны. Реферат с последующей проверкой преподавателем и акцентированием внимания студента на допущенные неточности или полноту понимания вопроса.	1-о, 8-д, 9-д, 8-д	1/10

6	5	Внутренние волны. Реферат с последующей проверкой преподавателем и акцентированием внимания студента на допущенные неточности или полноту понимания вопроса.	1-о, 1-д, 7-д, 8-д, 9 -д	1/10
7	6	Волны Россби – Блиновой. Реферат с последующей проверкой преподавателем и акцентированием внимания студента на допущенных неточностях или полноте понимания вопроса.	1-о, 7-д, 8-д, 9-д	1/5
8	7	Самостоятельная домашняя работа (№2). Основы статистической гидромеханики. Собеседование с каждым студентом по выполненной работе с целью выяснения самостоятельности и качества усвоения материала. Консультации по отдельным вопросам.	1 –д, 3 -д, 6-д, 8-д	0,5/5
9	8	Пограничные слои. Эссе с последующей беседой.		1/5
10	9	Самостоятельная домашняя работа (№3). В чем особенности геострофической турбулентности, использование её понятий в решении практических задач. Собеседование с каждым студентом по выполненной работе с целью выяснения самостоятельности и качества усвоения материала. Консультации по отдельным вопросам.	4-д, 5-д, 6-д, 8-д	1/5
11	10	Турбулентность, причины ее возникновения, различные подходы для ее описания. Доклад и обсуждение ведет студент в присутствии преподавателя.	4-д, 5-д, 6-д, 8-д	0,5/5
Всего:				11/85

6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

В указанной литературе: о – основная, д – дополнительная. Для самостоятельной работы рекомендуется использовать также

Реферативные журналы: Геофизика, Механика жидкости и газа и др.;

Периодические научные статьи в журналах: География и природные ресурсы, Оптика атмосферы и океана, География, Метеорология и гидрология, Известия Иркутского государственного университета (серия Науки о Земле) и др.

Для выполнения всех перечисленных самостоятельных работ студенту предоставляется возможность использования одного из трех компьютерных классов во внеучебное время (предварительная запись у дежурных в классе, все компьютеры подключены к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета), фондов стационарной библиотеки в 6-м корпусе и фундаментальной библиотеки ИГУ, читальных залов Институтов академии наук (согласно заключенным с ними Договорами), фондов библиотеки Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, индивидуальных консультаций с преподавателями факультета (согласно графику еженедельных консультаций).

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов):

Курсовых работ не предусмотрено.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. **Гаврилов, Виктор Петрович** Физика Земли [Текст] : учебник / В. П. Гаврилов ; Рос. гос. ун-т нефти и газа им. И. М. Губкина. - М. : Недра-Бизнесцентр, 2008. - 287 с. (28 экз.)
2. **Мордвинов, Владимир Иванович** Теория климата [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Мордвинов. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех".

б) дополнительная литература

1. Дымников, Валентин Павлович. Основы вычислительной геофизической гидродинамики [Текст] : науч. изд. / В. П. Дымников, В. Б. Залесный ; Рос. акад. наук, Ин-т вычисл. математики им. Г. И. Марчука. - М.: Геос, 2019. - 447 с.
2. Монин, Андрей Сергеевич Теоретические основы геофизической гидродинамики [Текст] / А. С. Монин. - Л. : Гидрометеиздат, 1988. - 424 с. (5 экз.).
3. Педлоски, Джозеф Геофизическая гидродинамика [Текст] : в 2 т. / Дж. Педлоски ; пер. с англ. Г. М. Резника, Т. Б. Цыбаневой под ред. В. М. Каменковича, А. С. Моница. - М. : Мир , 1984 - . - 22 см. Т. 1. - 1984. - 400 с. (2 экз.).
4. Баренблат, Григорий Исаакович Подобие, автомодельность, промежуточная асимптотика: теория и приложения к геофизической гидродинамике [Текст] / Г. И. Баренблат. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Гидрометеиздат, 1982. - 255 с. (2 экз.)
5. Иванов, Борис Николаевич Мир физической гидродинамики [Текст] : от проблем турбулентности до физики космоса / Б.Н. Иванов. - М. : Едиториал УРСС, 2002. - 239 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 234-239. (1 экз.).
6. Козлов, Вадим Федорович Избранные труды [Текст] / В. Ф. Козлов. - М. ; Ижевск : Регуляр. и хаотич. динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2006. - 706 с. (2 экз.)
7. Самельсон, Рождер М Лагранжев перенос в геофизических струях и волнах. Подход на основе теории динамических систем [Текст] / Р. М. Самельсон, С. Виггинс ; ред. М. А. Соколовский ; пер. с англ. О. И. Яковенко. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2009. - 192 с. (1 экз.).
8. Теория мезомасштабной турбулентности. Вихри атмосферы и океана [Текст] / С. А. Арсеньев [и др.] ; ред. Г. С. Голицын. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2010. - 307 с. (1 экз.).
9. Исследования цунами [Текст] : [Сб.ст. / Отв. ред. С.Л. Соловьев, В.В. Жмур]; Междувед. геофиз. ком. при Президиуме АН СССР. - М. : Междувед. геофиз. ком. N2 : Аналитические и численные методы изучения цунами. - 1987. - 148 с. (1 экз.).

в) программное обеспечение

Пакеты прикладных программ: Microsoft Excel, Golden Software Surfer 7, CorelDRAW Graphics Suite 12, ГИС-Океан и др.

Пакеты авторских программ по расчетам полей течений жидкости и газа с учетом обтекания препятствий.

г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы

Интернет-источники: : <https://isu.bibliotech.ru/>

<http://ibooks.ru>,: <http://elibrary.ru/>, <http://search.ebscohost.com>,: <http://www2.viniti.ru>

lake.baikal.ru, [www//isu6/library/index.htm](http://www/isu6/library/index.htm)

<http://www.nature.com>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оборудование. Учебная база, оборудованная стандартными метеорологическими приборами, с помощью которых представлена возможность провести численные сравнения с результатами теоретических расчетов. Компьютеры с большим набором программ для самостоятельного моделирования как простых, так и сложных метеорологических процессов и явлений.

Материалы

Методическая и специальная учебная литература по различным разделам динамической метеорологии. Метеорологические справочники. Синоптические атласы, климатические карты и другие пособия

10. Образовательные технологии

- Семинарские занятия с использованием Образовательного портала ИГУ и Zoom;
- Лекции с использованием Образовательного портала ИГУ и Zoom;
- Учебные конференции (очные и с использованием Zoom) с представлением учащимися самостоятельно подготовленных докладов; проведение лекционных занятий сопровождается мультимедийными презентациями.

11. Оценочные средства (ОС)

Оценочные средства для самоконтроля обучающихся – выполнение домашних заданий, собеседования, консультации.

11.1. Оценочные средства для входного контроля – не предусмотрены

11.2. Оценочные средства текущего контроля – тесты, контрольные работы

11.3 Оценочные средства для промежуточной аттестации – в соответствии с учебным планом очного отделения: 7 семестр – устный экзамен.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена или зачета).

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Контрольные работы	По всем разделам курса Геофизическая гидродинамика	ОПК-1 ОПК-2
2	Тесты	По всем разделам курса Геофизическая гидродинамика	ОПК-1 ОК-2
3	Зачеты	По всем разделам курса Геофизическая гидродинамика	ОПК-1 ОПК-2
4	Экзамены	По всем разделам курса Геофизическая гидродинамика	ОПК-1 ОПК-2

Демонстрационный вариант контрольной работы

Задание 1. Найти линейную скорость точек земной поверхности.

Задание 2. На основе решения Экмана изобразить схематично на графике изменение с глубиной величины и направления скорости дрейфового течения в глубоком море.

Задание 3. Описать методы фильтрации звуковых волн.

Демонстрационный вариант теста

1. Где больше сила тяжести?

Ответы:

на полюсе

на экваторе;

2. Может ли сила Кориолиса совершать работу?

Ответы:

- не может;

- может на определенной высоте;

Вопросы для собеседования

1. На каких высотах в атмосфере встречаются температурные инверсии?
2. Что означает гидродинамическая неустойчивость? Как она проявляется?
3. Что такое термобар? Существует ли термобар на Байкале?
4. В чем отличие в поведении поверхностных и внутренних волн?
5. В чем суть статистической гидромеханики? Её отличие от классической гидромеханики.
6. Что такое геострофичность? Для чего вводят это понятие?
7. Что такое стратифицированные среды?

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Количество энергии, получаемое Землей.
2. Общая циркуляция атмосферы и океана.
3. Уравнение состояния.
4. Вращающаяся система координат.
5. Ускорение Кориолиса и число Россби.
6. Уравнения движения во вращающейся системе отсчета.
7. Уравнение для внутренней энергии.
8. Уравнения геофизической гидродинамики.
9. Замкнутая система уравнений гидротермодинамики. Граничные условия.
10. Упрощенные модели климата.
11. Численные модели общей циркуляции атмосферы.
12. Трехмерные численные модели климата.
13. Турбулентность в стратифицированных средах.
14. Геострофическая турбулентность.
15. Пограничные слои.
16. Плотностная стратификация.
17. Волны Россби –Блиновой.
18. Внутренние волны. Линейная теория. Установившиеся волны. Спектры. Инерционные колебания.
19. Уравнение для полной энергии.
20. Ветровые волны.
21. Гравитационные волны.
22. Системы гидродинамического типа.
23. Неустойчивость течений идеальной жидкости.
24. Малые колебания.
25. Баротропная неустойчивость.
26. Звуковые волны.
27. Поверхности раздела.
28. Волны Россби.
29. Бароклинная неустойчивость.
30. Основные уравнения для математической модели системы атмосфера-океан-суша.

Задачи

1. Определить широту, для которой влияние вращения Земли на водоём размером около 1.5 км с течением порядка 0.3 м/с будет максимально.
2. Нарисовать приблизительную широтную зависимость влияния вращения Земли на течение воды со скоростью 1 см/с огибающее Байкал.
3. Нарисовать приблизительную широтную зависимость влияния вращения Земли на течение рек Лена, Ангара, Енисей на всём их протяжении (данные взять из открытых источников).

4. Вычислить вихрь и циркуляцию частиц жидкости в виде диска с радиусом R , вращающегося с циклической частотой Ω .
5. Вычислить вихрь (завихренность) и относительную и абсолютную циркуляции по квадратному контуру C с площадью $A = 1000 \times 1000$ км по долготе и широте, расположенном на широте $\phi 50^\circ$, в потоке жидкости со скоростью направленной вдоль широты (зональный поток). Скорость потока постоянна по высоте и долготе, а по широте изменяется от 30 м/с на одной стороне квадрата до 10 м/с на противоположной стороне.
6. Цилиндрическая колонна воздуха радиусом $r_i 100$ км, расположенная на широте $\phi 30^\circ$ расширяется в два раза до радиуса $r_f 200$ км. Какова будет средняя скорость после расширения, если воздух в колонне (баротропной) изначально находится в покое?
7. Вычислить абсолютную циркуляцию частиц жидкости вращающихся по окружности с радиусом R с циклической частотой Ω расположенной на широте $\phi 52^\circ$.
8. Вычислить вихрь (завихренность) и относительную и абсолютную циркуляции по квадратному контуру C с площадью $A = 500 \times 500$ км по долготе и широте, расположенном на широте $\phi 45^\circ$, в потоке жидкости со скоростью направленной вдоль долготы (меридиональный поток). Скорость потока постоянна по высоте и широте, а по долготе изменяется от -20 м/с на одной стороне квадрата до 20 м/с на противоположной стороне.
9. Диск с жидкостью диаметром 10 км смещается (например, вследствие землетрясения) вдоль Байкала от его южной оконечности до северной. Определить скорость и направление кругового течения возникшего в результате этого смещения.
10. Антициклон диаметром 1000 км со скоростью вращения $4 \times 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ движется с северо-запада на Байкал. Оценить изменение ветра в приземном слое вследствие орографического уменьшения размера антициклона (Восточный Саян, и Байкальский Хребет), когда его центр достигнет Жигалово. Предположить, что высота гор такова, что размер циклона изменяется по всей высоте атмосферы.

Разработчик:



(подпись)

доцент

(занимаемая должность)

Р.В. Васильев

(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры
метеорологии и физики околоземного космического пространства

«7» апреля 2020 г.

Протокол № 5 и.о. зав. кафедрой



Латышева И.В.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2020/2021 учебный год**

К рабочей программе дисциплины **Б1.В.27 Геофизическая гидродинамика** по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», направленность (профиль) «Метеорология»:

Лекции подготовлены в дистанционном формате для образовательной платформы Иркутского государственного университета «edusa».

Изменения одобрены Ученым Советом географического факультета, протокол № 5 от 07 апреля 2020 г.

И. о. зав. кафедрой метеорологии и физики

околоземного космического пространства



Латышева И.В.