Министерство науки и образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

«МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

«FLUID MECHANICS»

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.05 – Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль)
Полярная метеорология и климатология

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП «Полярная метеорология и климатология»
_____ **Лобанов В.А.**

Утверждаю
Председатель УМС _____ **И.И. Палкин**

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
11 ____06____ **2019 г., протокол №** 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
30 ____05____ **2019 г., протокол №** 9
Зав. кафедрой _____ **Кузнецов А.Д..**

Авторы-разработчики:
_____ **Егоров К.Л.**

Санкт-Петербург 2019

Составил:

Егоров К.Л. –доцент кафедры динамики атмосферы и космического землеведения Российского государственного гидрометеорологического университета.

©К.Л.Егоров, 2019.
© РГГМУ, 2019.

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Механика жидкости и газа.» – подготовка бакалавров, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в объеме, необходимом для анализа физических взаимосвязей между параметрами изучаемых гидродинамических процессов в атмосфере и в океане и причинами, их определяющими, с учётом особенностей, обусловленных такими факторами, как вращение Земли, плотностная стратификация, трение и орография.

Основная задача дисциплины «Механика жидкости и газа.» связана с освоением обучающимися:

– теоретических основ математического описания гидродинамических процессов во вращающейся системе координат;

– теоретических принципов упрощения уравнений в задачах по изучению гидродинамических явлений с различными характерными масштабами, свойственными динамике атмосферных и океанических движений;

– результатов анализа взаимосвязей между параметрами составных элементов сложной структуры течений в атмосфере и в океанах и упомянутыми выше геофизическими факторами;

– практических навыков решения задач по определению конкретных значений физических параметров в различных гидрометеорологических явлениях.

Дисциплина изучается на английском языке.

2.Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Механика жидкости и газа» для направления подготовки 05.03.05. − Прикладная гидрометеорология профиль подготовки «Полярная метеорология и климатология» относится к обязательным дисциплинам вариативной части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика», «Информатика», «Вычислительная математика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Геофизика», «Физика атмосферы», «Теоретическая механика», «Гидродинамика».

Дисциплина «Механика жидкости и газа.» является базовой для изучения дисциплин: «Экология», «Динамическая метеорология», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Численные методы математического моделирования», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации», «Методы зондирования окружающей среды», «Синоптическая метеорология», «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология» и др.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-3	Способность к эффективной коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке
ОК-5	Способность к самообразованию, саморазвитию и самоконтролю, приобретению новых знаний, повышению своей квалификации.
ОПК-1	Способность представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук,

	физики и математики.
ОПК-3	Способность анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования.
ПК-2	Способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения.
ПК-4	Способность к решению гидрометеорологических задач, достижению поставленных критериев и показателей

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа» обучающийся должен:

Знать:

– причины, приводящие к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле;

– наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане;

– взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими.

To know:

-the main reasons, which simulate the action of physical laws in dynamic and thermal processes in the atmosphere and the ocean at the rotating earth;

-the main types of motions in the atmosphere and the ocean;

-connections between the parameters of the main processes and their simulated factors;

Уметь:

– применить принцип упрощения и выбрать нужную форму уравнений для описания отдельных типов движений;

– объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов.

Able to handle:

- to take into account the principal of equation’s simplification and choice the useful form of the equation for different types of motions;

-to explain the physical mechanism and the conditions of realization and development of the different hydrodynamic processes.

Владеть:

- знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;

- навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	**Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	**Критерии оценивания результатов обучения**			
		2	**3** минимальный	**4** базовый	**5** продвинутый
Второй этап (уровень) ОК-3	**Владеть:** - изучаемым иностранным языком в целях его практического использования для получения информации из зарубежных источников; - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой на иностранном языке.	**Не владеет:** - изучаемым иностранным языком в целях его практического использования для получения информации из зарубежных источников; - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой на иностранном языке.	**Слабо владеет:** - изучаемым иностранным языком в целях его практического использования для получения информации из зарубежных источников; - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой на иностранном языке.	**Хорошо владеет:** - изучаемым иностранным языком в целях его практического использования для получения информации из зарубежных источников; - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой на иностранном языке.	**Уверенно владеет:** - изучаемым иностранным языком в целях его практического использования для получения информации из зарубежных источников; - навыками самостоятельной работы со специализированной литературой на иностранном языке.
	Уметь: - передать на русском языке содержание иноязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности; - осуществлять устное и письменное общение в соответствии со своей сферой деятельности.	**Не умеет:** - передать на русском языке содержание иноязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности; - осуществлять устное и письменное общение в соответствии со своей сферой деятельности.	**Слабо умеет:** - передать на русском языке содержание иноязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности; - осуществлять устное и письменное общение в соответствии со своей сферой деятельности.	**Умеет:** - передать на русском языке содержание иноязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности; - осуществлять устное и письменное общение в соответствии со своей сферой деятельности.	**Умеет свободно:** - передать на русском языке содержание иноязычных научных и публицистических текстов в сфере профессиональной деятельности; - осуществлять устное и письменное общение в соответствии со своей сферой деятельности.
	Знать: наиболее употребительную лексику иностранного языка	**Не знает:** наиболее употребительную лексику иностранного языка	**Плохо знает:** наиболее употребительную лексику иностранного языка	**Хорошо знает:** наиболее употребительную лексику иностранного языка	**Отлично знает:** наиболее употребительную лексику иностранного языка

	и базовую профессиональную терминологию	и базовую профессиональную терминологию	и базовую профессиональную терминологию	и базовую профессиональную терминологию	и базовую профессиональную терминологию
Второй этап (уровень) ОК-5	**Владеть:** - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой;	**Не владеет:** - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой;	**Слабо владеет:** - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой;	**Хорошо владеет:** - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой;	**Свободно владеет:** - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой;
	Уметь: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	**Не умеет:** критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	**Затрудняется:** критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	**Хорошо умеет:** критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	**Отлично умеет:** критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию
	Знать: - причины, приводящие к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле	**Не знает:** - причины, приводящие к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле	**Плохо знает:** - причины, приводящие к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле	**Хорошо знает:** - причины, приводящие к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле	**Отлично знает:** - причины, приводящие к особенностям проявления основных физических законов в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле
Второй этап (уровень) ОПК-1	**Владеть:** - знаниями о возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Не владеет:** - знаниями о возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Слабо владеет:** - знаниями о возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Хорошо владеет:** - знаниями о возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Уверенно владеет:** - знаниями о возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;
	Уметь: - применять физические законы для анализа атмосферных процессов;	**Не умеет:** - применять физические законы для анализа атмосферных процессов;	**Затрудняется:** - применять физические законы для анализа атмосферных процессов;	**Хорошо умеет:** - применять физические законы для анализа атмосферных процессов;	**Отлично умеет:** - применять физические законы для анализа атмосферных процессов;
	Знать: - основные физические законы в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле; - наиболее характерные типы движений в атмосфере	**Не знает:** - основные физические законы в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле; - наиболее характерные типы движений в атмосфере	**Плохо знает:** - основные физические законы в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле; - наиболее характерные типы движений в атмосфере	**Хорошо знает:** - основные физические законы в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле; - наиболее характерные типы движений в атмосфере	**Отлично знает:** - основные физические законы в динамических и термических процессах в атмосфере и океане на вращающейся Земле; - наиболее характерные типы движений в атмосфере

	и в океане	и в океане	и в океане	и в океане	и в океане
Второй этап (уровень) ОПК-3	**Владеть:** - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера;	**Не владеет:** - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера;	**Слабо владеет:** - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера;	**Хорошо владеет:** - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера;	**Уверенно владеет:** - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера;
	Уметь: - применить принцип упрощения и выбрать нужную форму уравнений для описания отдельных типов движений;	**Не умеет:** - применить принцип упрощения и выбрать нужную форму уравнений для описания отдельных типов движений;	**Затрудняется:** - применить принцип упрощения и выбрать нужную форму уравнений для описания отдельных типов движений;	**Хорошо умеет:** - применить принцип упрощения и выбрать нужную форму уравнений для описания отдельных типов движений;	**Отлично умеет:** - применить принцип упрощения и выбрать нужную форму уравнений для описания отдельных типов движений;
	Знать: - наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане;	**Не знает:** - наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане;	**Плохо знает:** - наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане;	**Хорошо знает:** - наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане;	**Отлично знает:** - наиболее характерные типы движений в атмосфере и в океане;
Первый этап (уровень) ПК-2	**Владеть:** - методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера	**Не владеет:** - методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера	**Слабо владеет:** - методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера	**Хорошо владеет:** - методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера	**Уверенно владеет:** - методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; - навыками использования полученных результатов при анализе физических процессов и явлений, происходящих в системе Земля – атмосфера
	Уметь: - объяснить физический механизм условий существования и развития различных	**Не умеет:** - объяснить физический механизм условий существования и развития различных	**Затрудняется:** - объяснить физический механизм условий существования и развития различных	**Хорошо умеет:** - объяснить физический механизм условий существования и развития различных	**Отлично умеет:** - объяснить физический механизм условий существования и развития различных

	гидродинамических процессов;	гидродинамических процессов;	гидродинамических процессов;	гидродинамических процессов;	гидродинамических процессов;
	Знать: - взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими;	**Не знает:** - взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими;	**Плохо знает:** - взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими;	**Хорошо знает:** - взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими;	**Отлично знает:** - взаимосвязи между параметрами наиболее характерных процессов и факторами, их определяющими;
Первый этап (уровень) ПК-4	**Владеть:** - знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Не владеет:** - знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Слабо владеет:** - знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Хорошо владеет:** - знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;	**Уверенно владеет:** - знаниями о перспективных направлениях развития и возможностях использования механики жидкости и газа при решении основных и прикладных задач;
	Уметь: - объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов;	**Не умеет:** - объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов;	**Затрудняется:** - объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов;	**Хорошо умеет:** - объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов;	**Отлично умеет:** - объяснить физический механизм и определить условия существования и развития различных гидродинамических процессов;
	Знать: - основные гидродинамические процессы и условия их существования;	**Не знает:** - основные гидродинамические процессы и условия их существования;	**Плохо знает:** - основные гидродинамические процессы и условия их существования;	**Хорошо знает:** - основные гидродинамические процессы и условия их существования;	**Отлично знает:** - основные гидродинамические процессы и условия их существования;

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Объём дисциплины	**Всего часов**
	Очная форма обучения
	2019 год набора
Общая трудоёмкость дисциплины	**108 часов**
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**42**
в том числе:	
лекции	**14**
практические занятия	**28**
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	**66**
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	**экзамен**

4.1. Структура дисциплины

2019 год набора

№ п/п	**Раздел дисциплины**	**Семестр**	**Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час**			**Форма текущего контроля успеваемости**	**Занятий в активной или интерактивной форме**	**Формируемые компетенции**
			Лекции	**Лаб. и практич. работы**	**Самостоятельная работа**			
1	Основные уравнения динамики жидкости на вращающейся Земле и их анализ Basic governing equations of fluid dynamics in the rotating frame of reference.	4	2	2	2	Вопросы и ответы в баллах	1	ОК-3 ОК-5 ОПК-1
2	Уравнения гидродинамики для турбулентного течения The equations of hydrodynamics for mean variables in a turbulent flow.	4	2	2	4	Вопросы и ответы в баллах	1	ОК-3 ОК-5 ОПК-1
3	Подобие гидродинамических движений на вращающейся Земле Similarity of hydrodynamics motions at the rotating earth.	4	2	2	8	Вопросы и ответы в баллах	1	ОК-3 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2

4	Простейшие типы движений жидкости при отсутствии трения. The main types of motions in fluid without frictions.	4	2	10	10	Вопросы и ответы в баллах, контрольное расчетное задание	2	ОК-3 ОПК-3 ПК-2 ПК-4
5	Вихревая динамика. Vorticity dynamics.	4	0	2	8	Вопросы и ответы в баллах	1	ОК-3 ОПК-3 ПК-2 ПК-4
6	Волны в геофизических средах. Waves in the geophysical mediums.	4	2	4	10	Вопросы и ответы в баллах	2	ОК-3 ОК-5 ОПК-1 ПК-2
7	Планетарные пограничные слои (ППС). Planetary boundary layers (PBL).	4	2	4	10	Вопросы и ответы в баллах	1	ОК-3 ОК-5 ОПК-1 ПК-4
8	Основные элементы общей циркуляции атмосферы. Main elements of General Circulation.	4	0	2	6	Вопросы и ответы в баллах	1	ОК-3 ОПК-1 ОПК-3 ПК-2
9	Баротропная неустойчивость. The barotropic instability.	4	2	0	8	Опрос	1	ОК-3 ОПК-3 ПК-2
10	Особенности крупномасштабной структуры океанических течений. Main planetary elements of ocean motions.	4	2	0	8	Опрос	1	ОК-3 ОК-5 ОПК-3
Итого			**14**	**28**	**66**		**12**	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена		**108 часов**						

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Основные уравнения динамики жидкости и их анализ

Уравнения движения и неразрывности как отражение законов сохранения количества движения и массы. Реальные силы, действующие в жидкости. Связь скоростей и ускорений в неподвижной и вращающейся системах координат. Ускорение Кориолиса. Сила тяжести и сила Кориолиса. Уравнения движения во вращающейся системе координат.

Уравнения движения в сферической системе координат, связанной с вращающейся Землёй.

Закон сохранения энергии. Уравнение притока тепла. Уравнения переноса других субстанций. Уравнение состояния.

Уравнение статики, его следствия. Геопотенциал и его изменения.

Квазистатические вертикальные перемещения элементов среды и их термодинамические эффекты.

4.2.2 Уравнения гидродинамики для турбулентного течения

Турбулентное движение, средние величины и флуктуации. Осреднение физических полей в турбулентном потоке. Осреднение уравнений движения, неразрывности, переноса тепла, водяного пара и примеси. Турбулентные потоки и притоки различных субстанций.

4.2.3 Подобие гидродинамических движений на вращающейся Земле

Характерные масштабы и безразмерные величины. Приведение уравнений к безразмерному виду. Безразмерные комплексы и критерии подобия.

Принцип упрощения уравнений. Классификация движений по характерным масштабам и критериям подобия.

4.2.4 Простейшие типы движений жидкости при отсутствии трения

Геострофическое движение. Градиентное движение по криволинейным изобарам. Циклострофическое движение. Инерционные движения, круги инерции.

Изменение горизонтального барического градиента и геострофического движения с высотой.

Поверхности раздела, основные свойства. Наклон поверхности раздела. Особенности динамики течений в экваториальной зоне.

4.2.5 Вихревая динамика

Уравнения теории мелкой воды. Интегральные соотношения. Абсолютный и относительный вихрь скорости. Уравнение переноса вихря. Условие сохранения абсолютного вихря. Потенциальный вихрь.

4.2.6 Волны в геофизических средах

Уравнения линейной теории волн. Звуковые волны. Гравитационные волны в стратифицированной среде. Волны на поверхности раздела.

Влияние вращения Земли на гравитационные волны. Инерционные волны Россби, их фазовая и групповая скорости. Орографические волны, волны Кельвина.

4.2.7 Планетарные пограничные слои (ППС)

Уравнения движения для стационарного, горизонтально однородного ППС. Распределение скорости и сил по высоте в верхнем слое океана и в пограничном слое атмосферы, толщина ППС.

4.2.8 Основные элементы общей циркуляции атмосферы

Основной характер переноса воздушных масс в средних широтах и в экваториальной зоне. Ячейки Гадлея.

4.2.9 Баротропная неустойчивость

Неустойчивость гравитационных волн в среде с вертикальным сдвигом скорости. Влияние меридионального сдвига скорости на устойчивость планетарных волн в зональном потоке.

4.2.10 Особенности крупномасштабной структуры океанических течений

Течение Свердрупа. Западные пограничные слои, влияние рельефа дна. Экваториальные противотечения.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Дифференциальные характеристики метеорологических полей. Differential characteristics of the meteorological fields.	Лабораторное занятие	ОК-3 ОПК-3
2	2	Кинематические характеристики потока. Cinematic characteristics of fluid flow.	Лабораторное занятие	ОК-3 ОПК-3 ПК-2
3	3,4	Связь между индивидуальной, локальной и конвективной производными. Substation (individual), local time and spatial changes.	Лабораторное занятие	ОК-3 ОПК-3 ПК-2
4	4	Геострофическое, градиентное и инерционное движение. Geostrophical, gradient and inertial movements.	Лабораторное занятие	ОК-3 ПК-2 ПК-4
5	4	Термический ветер. Thermal wind.	Лабораторное занятие	ОК-3 ПК-2 ПК-4
6	5	Динамика вихря. Vorticity dynamics.	Лабораторное занятие	ОК-3 ПК-2 ПК-4
7	6	Гравитационные волны. Gravity waves.	Лабораторное занятие	ОК-3 ОК-5 ОПК-3 ПК-2
8	6	Планетарные волны Россби. Planetary Rossby waves.	Лабораторное занятие	ОК-3 ОК-5 ПК-2 ПК-4
9	7	Спираль Экмана. Ekman spiral.	Лабораторное занятие	ОК-3 ПК-2 ПК-4

Практических и семинарских занятий учебным планом не предусмотрено.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Устный контроль в процессе занятий (опрос).
Тестовый контроль.
Контрольные расчетные задания по основным темам курса.

5.1.1. Образцы заданий текущего контроля

а) Образцы заданий тестового контроля

1. Сила Кориолиса пропорциональна:
   а) – скалярному произведению вектора скорости и вектора вращения Земли вокруг собственной оси;
   б) – векторному произведению вектора вращения Земли и силы тяжести;
   в) – векторному произведению скорости движения и вектору вращения Земли;
   г) – скалярному произведению относительного вихря и вектора вращения Земли.

(Правильный ответ – в)

2. Циклоническая система в северном полушарии характеризуется
   а) – низким давлением в центре и вращательным движением по часовой стрелке;
   б) – высоким давлением в центре и вращательным движением по часовой стрелке;
   в) – низким давлением в центре и вращательным движением против часовой стрелки;
   г) – высоким давлением в центре и вращательным движением против часовой стрелки.

(Правильный ответ – в)

б) Образцы контрольных расчетных заданий по основным темам курса

Термический ветер и геострофическая адвекция температуры.

Вариант №5

Задача 1. На карте приземного давления расстояние между прямолинейными параллельными изобарами 1.7 см. Вектор горизонтального градиента давления направлен на ССЗ. Горизонтальный градиент температуры отклоняется от горизонтального градиента давления на угол -30°. Расстояние между единичными изотермами на карте равно 1.1 см. Масштаб карты М=1:1.5х10^7. Средняя температура слоя 280 К. Плотность воздуха 1.3 кг/$м^3$. Широта места 65°.

Определить скорость и направление геострофического ветра на уровнях 1 км и 3 км, а также геострофическую адвекцию температуры за час на нижнем из них. Выполнить рисунок.

Задача 2. Найти высоту, на которой геострофический ветер имеет минимальное значение, определить величину и направление ветра на этой высоте, если на уровне 500 м геострофический ветер ЮЗ и равен 14 м/с, а горизонтальный градиент температуры, равный 1.2 К/100 км, отклонен от вектора ветра на угол -210°. Средняя температура слоя 285 К. Широта места 70°.

Определить геострофическую адвекцию температуры за час на высоте минимального ветра. Выполнить рисунок.

Задача 3. По результатам ветрового зондирования геострофический ветер на высоте 0.5 км Ю и равен 14 м/с, а на высоте 1.2 км ЮЮВ и равен 15 м/с. Средняя температура слоя 280 К. Широта места 60°.

Определить термический ветер между указанными уровнями, среднее в слое значение горизонтального градиента температуры и его направление, а также среднюю геострофическую адвекцию температуры за час. Выполнить рисунок.

5.1.2. Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Подготовка рефератов, эссе, докладов по данной дисциплине не предусмотрена.

5.1.3. Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу, презентации лекций и лабораторных работ. Освоение материала и выполнение практических работ проходит при регулярных консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

5.3. Промежуточный контроль: экзамен

На экзамене от студента требуется ответить на теоретические вопросы. Экзамен проходит в устной форме на английском языке. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета. Полный комплект экзаменационных билетов охватывает все разделы дисциплины.

Перечень вопросов к экзамену

1. Законы сохранения импульса и массы, их следствия (уравнения гидродинамики). Реальные силы, действующие в сплошной среде.
2. Связь изменений произвольного вектора в неподвижной и вращающейся системах координат.
3. Связь ускорений в неподвижной и вращающейся системе координат.
4. Центробежная сила вращения Земли, её проявление. Сила тяжести.
5. Сила Кориолиса, её проявление.
6. Баланс сил в статических условиях, основные следствия.
7. Геопотенциал, его связь с давлением.
8. Связь между горизонтальным барическим градиентом, наклоном изобарических поверхностей и горизонтальным градиентом геопотенциала изобарических поверхностей.
9. Связь изменений абсолютного и относительного геопотенциалов изобарических поверхностей с изменениями давления и температуры.
10. Первое начало термодинамики, уравнение притока тепла. Уравнение состояния для атмосферы и океана.
11. Изменение температуры в частице воздуха при её вертикальных квазистатических перемещениях.
12. Связь между температурой и давлением в частице воздуха при адиабатических процессах. Потенциальная температура.
13. Связь между изменениями по вертикали абсолютной и потенциальной температур. Преобразование уравнения притока тепла с использованием потенциальной температуры.
14. Условия вертикальной статической устойчивости индивидуальной частицы (в океане и в атмосфере) и самой среды. Критерии устойчивости.
15. Турбулентность: понятие и условия возникновения.
16. Осреднение физической величины в турбулентном потоке. Выбор периода осреднения. Спектр атмосферных движений.

17. Правила осреднения физических величин.
18. Приведение уравнений переноса различных субстанций к дивергентной форме. Осреднение уравнений.
19. Тензор турбулентных касательных напряжений и турбулентные потоки других субстанций. Связь между турбулентными потоками и полями средних величин.
20. Характерные масштабы, безразмерные функции.
21. Приведение уравнения движения к безразмерному виду. Критерии подобия.
22. Классификация атмосферных движений. Спектр атмосферных движений.
23. Условия упрощения уравнений для стационарных, горизонтально-однородных, плоских течений.
24. Условия упрощения уравнений движения для свободной атмосферы, пограничного слоя и приземного слоя.
25. Упрощение уравнений движения в проекции на вертикальную ось.
26. Установившееся движение в свободной атмосфере в поле прямолинейных и круговых изобар.
27. Связь между скоростью движения по круговым изобарам и геострофической величиной ветра. Приближённые формулы при больших радиусах кривизны изобар.
28. Инерционные движения в поле силы Кориолиса и циклострофический ветер.
29. Связь между значениями горизонтального градиента давления на различных высотах.
30. Изменение геострофического ветра с высотой. Термический ветер.
31. Геострофическая адвекция температуры. Ее связь с изменением ветра по высоте.
32. Агеострофические отклонения в свободной атмосфере. Их связь с ускорением. Формирование вертикальных движений в свободной атмосфере за счет агеострофических отклонений.
33. Вихрь скорости относительный, переносный и абсолютный. Связь относительного вихря с полем давления.
34. Уравнение вихря. Факторы, приводящие к изменению относительного вихря. Условия сохранения абсолютного вихря.
35. Поверхности раздела в атмосфере. Типы разрывов. Примеры формирования поверхностей раздела.
36. Динамические и кинематические условия на поверхности раздела.
37. Ориентация поверхности раздела в пространстве. Связь ее наклона с полем давления.
38. Связь между наклоном поверхности раздела и разрывами параметров среды (скоростью ветра и температуры).
39. Связь между вертикальными скоростями в различных воздушных массах на поверхности раздела.
40. Анализ поля ветра и поля давления в области фронта.
41. Качественное описание возникновения гравитационных колебаний частицы воздуха в стратифицированной среде.
42. Качественное описание возникновения волновых движений в поле силы Кориолиса и барического градиента.
43. Основные параметры волн. Связь между ними.
44. Вывод уравнений движения и уравнения неразрывности для малых волновых возмущений.
45. Преобразования уравнения притока тепла для малых волновых отклонений.
46. Преобразование системы для волновых возмущений с использованием функции тока и потенциала скорости. Анализ факторов определяющих существование различных волн.
47. Принцип вывода дисперсионного уравнения (для высокочастотных волн).
48. Звуковые волны. Фильтрация звуковых волн.
49. Гравитационные волны. Частоты гравитационных волн.
50. Инерционные планетарные волны Россби. Их частота и фазовая скорость.
51. Средний глобальный перенос воздушных масс.

52. Пограничные слои в океане и в атмосфере. Постановка задачи Экмана для распределения скорости ветрового дрейфового течения в верхнем слое океана.
53. Интегрирование уравнений задачи Экмана. Спираль Экмана.
54. Распределение ветра с высотой в пограничном слое атмосферы.
55. Волны Кельвина.
56. Топографические волны.
57. Течение Свердрупа.
58. Особенности динамики океанических течений у западных берегов.
59. Особенности динамики потоков в экваториальной зоне.
60. Неустойчивость гравитационных волн в среде с вертикальным сдвигом скорости.
61. Влияние меридионального сдвига скорости на устойчивость планетарных волн в зональном потоке.
62. Условия бароклинной неустойчивости. Простейшие критерии бароклинной неустойчивости.

Образцы билетов к экзамену

Экзаменационный билет №2.
Российский государственный гидрометеорологический университет
Кафедра Экспериментальной физики атмосферы
Курс Механика жидкости и газа

1. Связь изменений произвольного вектора в неподвижной и вращающейся системах координат.
2. Уравнение вихря. Факторы, приводящие к изменению относительного вихря. Условия сохранения абсолютного вихря.

Заведующий кафедрой:_____(Кузнецов А.Д.)

Экзаменационный билет №24
Российский государственный гидрометеорологический университет
Кафедра Экспериментальной физики атмосферы
Курс Механика жидкости и газа

1. Изменение горизонтального градиента давления с высотой.
2. Динамические и кинематические условия на поверхности раздела.

Заведующий кафедрой:_____(Кузнецов А.Д.)

---

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Клемин, В. В. Динамика атмосферы: учебник для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Гидрометеорология" и специальностям "Метеорология" и "Метеорология специального назначения" / Воен.-косм. акад. им. А. Ф. Можайского ; В. В. Клёмин, Ю. В. Кулешов, С. С. Суворов, Ю. Н. Волконский ; [под общ. ред. С. С. Суворова и В. В. Клёмина]. - Санкт-Петербург: Наука, 2013. – 420 с.

2. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=391608

б) дополнительная литература:

1. Подольская Э.Л. Механика жидкости и газа. Раздел «Геофизическая гидродинамика». Учебное пособие. – СПб.: изд. РГГМУ, 2007.- 154с.
2. Гандин Л.С., Лайхтман Д.Л., Матвеев Л.Т., Юдин М.И. Основы динамической метеорологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1955. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-214133121.pdf
3. Гаврилов А.С. и др. Задачник по динамической метеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. — 166 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213163549.pdf
4. Динамическая метеорология. // Под ред. Лайхтмана Д.Л. - Л.: Гидрометеоиздат, 1976. - 607 с.
5. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика. Т.1 и 2. – М.: Мир, 1984. – Т.1. 400 с.; Т.2. 411 с.

в) Интернет источники

1. Электронный ресурс - Учебные ресурсы для сообщества Geoscience. Режим доступа: https://www.meted.ucar.edu/
2. Электронный ресурс - Шакина Н.П. Лекции по динамической метеорологии/Лекции для аспирантов и студентов старших курсов метеорологических специальностей и научных работников. М.: ТРИАДА ЛТД, Москва, 2013. - 160 с. Режим доступа: http://method.meteorf.ru/publ/books/lectures/lectures.pdf
3. Электронный ресурс Program in Atmospheres, Oceans and Climat/ Режим доступа: http://eaps-www.mit.edu/paoc/

г) программное обеспечение

windows 7 48130165 21.02.2011
office 2010 49671955 01.02.2012

д) профессиональные базы данных

не используются

е) информационные справочные системы:

Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: http://elib.rshu.ru
Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: http://znanium.com

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

7.1. Методическое обеспечение самостоятельной работы

Учебники и учебные пособия, приведенные в списке литературы.
Методическое обеспечение аудиторной работы – варианты тестовых и контрольных расчетных заданий.
Справочные и информационные материалы на сайте RSHU.

7.2.Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Усвоение изучаемого материала проверяется в результате текущего контроля во время лекций (путем опросов), лабораторных занятий (по результатам тестирования и выполнения

контрольных расчетных заданий). Оценки (в баллах) выставляются за все виды текущего контроля и мероприятий промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена, включающего ответ на два теоретических вопроса.

Итоговая оценка за период обучения (семестр) выставляется после прохождения промежуточной аттестации с использованием системы накопления баллов и учитывает результаты экзамена, текущей работы, выполнения тестовых заданий, контрольных расчетных работ, посещаемости занятий.

В итоговой оценке учитываются:

- результаты текущей работы на лабораторных занятиях, результаты выполнения домашних заданий;
- результаты выполнения контрольных мероприятий(тестов, расчетных заданий);
- посещаемость занятий;
- результаты экзамена.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-10	информационные технологии: 1. использование баз данных 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты образовательные технологии 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения 3. проведение тестирования	1. Пакет Microsoft Office. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Электронно-библиотечная система Знаниум http://znanium.com

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

1. **Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской.
2. **Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской.
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
5. **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.

Лист изменений

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2020/2021 учебный год **без изменений**

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы от 30.05.2020 г. № 9: