

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Физика Земли и космоса»

Квалификация выпускника: бакалавр

**Ставрополь
2022**

Занятие 1.

Основы статистической гидромеханики

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики.

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Уравнение неразрывности.
2. Уравнение Эйлера для идеальной жидкости.
3. Уравнение Навье – Стокса.
4. Уравнение движения в криволинейных координатах.
5. Уравнение Бернулли.

Уравнение движения в неинерциальной системе отсчета.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

Контрольные вопросы

1. Уравнение неразрывности.
2. Уравнение Эйлера для идеальной жидкости.
3. Уравнение Навье – Стокса.
4. Уравнение движения в криволинейных координатах.
5. Уравнение Бернулли.

Занятие 2.

Малые колебания. Гидродинамическая неустойчивость.

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики.

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Уравнение движения в неинерциальной системе отсчета.
2. Уравнение переноса вихря.
3. Уравнение неразрывности в сферических координатах.
4. Уравнение динамики атмосферы в сферических координатах.
5. Геоострофическое приближение.
6. Поворот геоострофического ветра с высотой.
7. Агеострофическое состояние атмосферы.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Контрольные вопросы

1. Уравнение движения в неинерциальной системе отсчета.
2. Уравнение переноса вихря.
3. Уравнение неразрывности в сферических координатах.
4. Уравнение динамики атмосферы в сферических координатах.
5. Геоострофическое приближение.
6. Поворот геоострофического ветра с высотой.
7. Агеострофическое состояние атмосферы.

Занятие 3.

Поверхностные волны. Внутренние волны. Волны Россби – Блиновой.

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики.

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Динамика атмосферы в пограничном слое. Спираль Экмана.
2. Гравитационные волны. Теория «мелкой воды».
3. Волны Россби.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Контрольные вопросы

1. Динамика атмосферы в пограничном слое. Спираль Экмана.
2. Гравитационные волны. Теория «мелкой воды».
3. Волны Россби.

Занятие 4.

Основы статистической гидромеханики

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики.

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Фундаментальные свойства завихренности.
2. Вихревой импульс.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Контрольные вопросы

1. Фундаментальные свойства завихренности.
2. Вихревой импульс.

Занятие 5.

Пограничные слои.

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики.

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Фундаментальные свойства завихренности.
2. Вихревой импульс.
3. Генерация завихренности.
4. Динамика линейных вихрей в двумерных течениях.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Контрольные вопросы

1. Фундаментальные свойства завихренности.
2. Вихревой импульс.
3. Генерация завихренности.
4. Динамика линейных вихрей в двумерных течениях.

Занятие 6.

Геострофическая турбулентность. Турбулентность в стратифицированных средах.

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Охарактеризовать геострофическое состояние атмосферы.
2. Связать поворот геострофического ветра с высотой с адвекцией тепла и холода.
3. Охарактеризовать агеострофическое состояние атмосферы.
4. Охарактеризовать экмановское состояние атмосферы.
5. Получить дисперсионное соотношение для гравитационных волн в приближении «мелкой воды».
6. Получить дисперсионное соотношение для волн Россби.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать геострофическое состояние атмосферы.
2. Связать поворот геострофического ветра с высотой с адвекцией тепла и холода.
3. Охарактеризовать агеострофическое состояние атмосферы.
4. Охарактеризовать экмановское состояние атмосферы.
5. Получить дисперсионное соотношение для гравитационных волн в приближении «мелкой воды».
6. Получить дисперсионное соотношение для волн Россби.

Занятие 7.

Численные модели общей циркуляции атмосферы и океана.

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Вывод поворота геострофического ветра с высотой.
2. Вывод агеострофического состояния атмосферы.
3. Вывод спирали Экмана.

4. Вывод дисперсионного соотношения для гравитационных волн в приближении «мелкой воды».
5. Вывод дисперсионного соотношения для волн Россби.
6. Вывод фундаментальных свойств завихренности.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Контрольные вопросы

1. Вывод поворота геострофического ветра с высотой.
2. Вывод агеострофического состояния атмосферы.
3. Вывод спирали Экмана.
4. Вывод дисперсионного соотношения для гравитационных волн в приближении «мелкой воды».
5. Вывод дисперсионного соотношения для волн Россби.
6. Вывод фундаментальных свойств завихренности.

Занятие 8.

Трёхмерные численные модели климата..

Цель: Провести анализ системы уравнений, описывающих гидродинамические процессы в атмосфере. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Математический анализ системы уравнений геофизической гидродинамики

Формы работы:

- Самостоятельное изучение теоретико-методического введения и рекомендуемой литературы.
- Выполнение коллективных и индивидуальных заданий.

Формируемые компетенции:

В результате освоения материала по теме семинара у студента должны быть сформированы следующие умения и знания:

1. Применить уравнение неразрывности для объяснения явлений в атмосфере.
2. Применить уравнение Эйлера для объяснения движения атмосферы.
3. Из уравнения Навье – Стокса сделать вывод о влиянии вязких сил на движение атмосферы.
4. Из уравнения движения в криволинейных координатах сделать вывод о характере крупномасштабной циркуляции атмосферы.
5. Применить уравнение Бернулли для объяснения явлений в атмосфере.
6. Объяснить роль сил инерции в динамике атмосферы.
7. Указать причины зарождения вихря.
8. Указать, в чем проявляется уравнение неразрывности в циркуляции атмосферы.
9. Вывести уравнение переноса вихря в сферических координатах.
10. Охарактеризовать геострофическое состояние атмосферы.
11. Связать поворот геострофического ветра с высотой с адвекцией тепла и холода.
12. Охарактеризовать агеострофическое состояние атмосферы.

13. Охарактеризовать экмановское состояние атмосферы.
14. Получить выражение для скорости гравитационных волн в приближении «мелкой воды».
15. Получить выражение для скорости волн Россби.

Приобретаемые знания направлены на формирование следующих компетенций:

- ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
- ПК-4: способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин;
- ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Контрольные вопросы

1. Применить уравнение неразрывности для объяснения явлений в атмосфере.
2. Применить уравнение Эйлера для объяснения движения атмосферы.
3. Из уравнения Навье – Стокса сделать вывод о влиянии вязких сил на движение атмосферы.
4. Из уравнения движения в криволинейных координатах сделать вывод о характере крупномасштабной циркуляции атмосферы.
5. Применить уравнение Бернулли для объяснения явлений в атмосфере.
6. Объяснить роль сил инерции в динамике атмосферы.
7. Указать причины зарождения вихря.
8. Указать, в чем проявляется уравнение неразрывности в циркуляции атмосферы.
9. Вывести уравнение переноса вихря в сферических координатах.
10. Охарактеризовать геострофическое состояние атмосферы.
11. Связать поворот геострофического ветра с высотой с адвекцией тепла и холода.
12. Охарактеризовать агеострофическое состояние атмосферы.
13. Охарактеризовать экмановское состояние атмосферы.
14. Получить выражение для скорости гравитационных волн в приближении «мелкой воды».
15. Получить выражение для скорости волн Россби.

Перечень основной литературы

1. Динамическая метеорология. Общая циркуляция атмосферы : учебное пособие (курс лекций) / Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет» ; авт.-сост. Р. Г. Закинян ; авт.-сост. А. Р. Закинян. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 159 с. : ил. - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр.: с. 149
2. Закинян, Р.Г. Динамическая метеорология. Общая циркуляция атмосферы Электронный ресурс : учебное пособие / А.Р. Закинян / Р.Г. Закинян. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. - 159 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks

Перечень дополнительной литературы

1. Метеорология и климатология : учеб.-метод. пособие : специальность 020401 - География / авт.-сост. Д. Ю. Федюнина, Н. А. Щитова ; М-во образования и науки

- Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

- ## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА

**Методические указания для обучающихся по организации и проведению
самостоятельной работы**

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Направленность (профиль)
«Физика Земли и космоса»

Квалификация выпускника: бакалавр

**Ставрополь
2022**

Содержание

Пояснительная записка

Виды и содержание самостоятельной работы студента; формы контроля

Контрольные точки и виды отчетности

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Список рекомендуемой литературы

Пояснительная записка

Все виды самостоятельной работы студентов по дисциплине «Геофизическая гидродинамика», предусмотренные учебным планом и рабочей программой, направлены на осуществление следующих основных целей:

- *овладение знаниями*: изучение источников литературы по темам дисциплины; учебно-исследовательская работа; использование компьютерной техники, Интернет;
- *закрепление и систематизация знаний*: работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; ответы на контрольные вопросы; аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект, анализ и др.); подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии; тестирование и др.;
- *формирование умений*: решение задач и упражнений по образцу; решение нелинейных задач математической физики; математическое моделирование разного рода физических процессов; подготовка курсовых и дипломных работ (проектов); экспериментальная работа; рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Основными **формами работы и контроля** самостоятельной работы студентов являются:

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их знания по теме, умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Виды и содержание самостоятельной работы студента; формы контроля

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
	Аннотирование, реферирование литературы, подбор и систематизация источников материала, составление библиографических списков, интернет-источников по теме (разделу)	Зачетное задание	1.27	0.23	1.50
	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	1.27	0.23	1.50
	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	1.27	0.23	1.50
	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	1.27	0.23	1.50
	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	1.27	0.23	1.50
	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	1.27	0.23	1.50
	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	1.27	0.23	1.50
	Самостоятельное решение задач	Зачетное задание	1.27	0.23	1.5
	Самостоятельное решение задач	Зачетное задание	1.27	0.23	1.50
Итого			11.43	2.07	13.50

Контрольные точки и виды отчетности

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
7 семестр			
1	Практическое занятие 9	9	15
2	Практическое занятие 13	13	20
3	Практическое занятие 17	17	20
	Итого за 7 семестр:		55
	Итого:		55

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При изучении теоретического материала по дисциплине «Геофизическая гидродинамика», основополагающим для студента является курс лекций по данной дисциплине, составленный в соответствии с учебной программой. При использовании дополнительных источников литературы следует придерживаться плана и содержания изучаемой дисциплины, представленного в учебной программе.

Вопросы для изучения:

1. Уравнение неразрывности.
2. Уравнение Эйлера для идеальной жидкости.
3. Уравнение Навье – Стокса.
4. Уравнение движения в криволинейных координатах.
5. Уравнение Бернулли.
6. Уравнение движения в неинерциальной системе отсчета.
7. Уравнение переноса вихря.
8. Уравнение неразрывности в сферических координатах.
9. Уравнение динамики атмосферы в сферических координатах.
10. Геострофическое приближение.
11. Поворот геострофического ветра с высотой.
12. Агеострофическое состояние атмосферы.
13. Динамика атмосферы в пограничном слое. Спираль Экмана.
14. Гравитационные волны. Теория «мелкой воды».
15. Волны Россби.
16. Фундаментальные свойства завихренности.
17. Вихревой импульс.
18. Генерация завихренности.
19. Динамика линейных вихрей в двумерных течениях.
20. Теория фронтогенеза.

По результатам изучения теоретического материала преподавателем осуществляется контроль полученных студентом знаний, формами которого являются собеседование и доклад рефератов.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя:

- отдельное собеседование по каждой из указанных тем;
- составленные аспирантом конспекты научной литературы;

- анализ аспирантом публицистического материала.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу студентов, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу аспирантов;
- показано умение грамотно применять полученные теоретические знания при анализе событий действительности;
- показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой;
- материал излагается аргументировано и логически стройно.

Оценка **«хорошо»** выставляется при следующих условиях:

5. Пиловец, Г. И. Метеорология и климатология : учеб. пособие для вузов / Г.И. Пиловец. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 398 с. : ил. ; 22. - (Высшее образование - Бакалавриат). - Библиогр.: с. 396-397. - ISBN 978-985-475-536-6. - ISBN 978-5-16-006463-5
6. Хромов, С.П. Метеорология и климатология
Электронный ресурс : учебник / М.А. Петросянц / С.П. Хромов. - Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012. - 584 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-211-06334-1

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

4. Учебно-методические рекомендации по организации практических занятий по дисциплине "Геофизическая гидродинамика"
5. Учебно-методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине "Геофизическая гидродинамика"
6. Шевелев, В.Я. Практическая метеорология = Practical meteorology Электронный ресурс : учебное пособие / В.Я. Шевелев. - Новороссийск : Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2015. - 157 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-ресурсы общего пользования