

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и КУПЗ

Рабочая программа дисциплины

**МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТАНОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНОГО И
ЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная океанология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

Царев В.А. Царев В.А.

Председатель УМС
И.И. Палкин И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
24 июня 2021 г., протокол № 9

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
О.В. Хаймина 2021 г., протокол № 10
Зав. кафедрой О.В. Хаймина Хаймина О.В.

Автор-разработчик:
В.Ю. Чанцев Чанцев В.Ю.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – ознакомление студентов с методами организации и проведения натуральных и лабораторных экспериментов в океанологической науке.

Задачи:

- изучение закономерностей распределения океанологических и других природных процессов по пространственно-временным масштабам в соответствии с их энергетическими свойствами;
- научиться использовать средства и методы проведения натуральных и лабораторных экспериментов;
- научиться интерпретировать результаты проводимых натуральных и лабораторных экспериментов.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина «Методология подготовки и проведения натурального и лабораторного эксперимента» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 профессиональной подготовки бакалавров по направлению 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология», профиля «Прикладная океанология» (Б1.В.ДВ.04.01) и изучается в 6 семестре обучения.

Основанием освоения данной дисциплины обучающимися являются курсы: «Методы и средства гидрометеорологических исследований», «Механика жидкости газа» и «Физика океана».

Параллельно с дисциплиной «Методология постановки и проведения натурального и лабораторного эксперимента» изучаются «Химия океана», «Физические поля в океане», «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций раздела ПК-3 (Способен обеспечить проведение наблюдений и измерений гидрофизических, гидрохимических и метеорологических характеристик): ПК-3.1, ПК-3.2 и ПК-3.3.

Таблица 3.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-3: Способен обеспечить проведение наблюдений и измерений гидрофизических, гидрохимических и метеорологических характеристик	ПК 3.1: Применяет стандартные методы определения гидрофизических, гидрохимических и метеорологических характеристик.	Знать: методы определения океанологических параметров. Уметь: определять масштабы процессов в океане. Владеть: методами анализа размерностей.
	ПК 3.2: Приводит описание методов и технических средств наблюдения и измерения гидрофизических, гидрохимических и метеорологических	Знать: методы и средства измерений океанологических параметров. Уметь: использовать методы измерений параметров. Владеть: навыками прове-

	характеристик.	дения наблюдений.
	ПК 3.3: Готовит отчетные материалы по результатам наблюдений и измерений, формулирует выводы.	Знать: форму подготовки отчетных материалов. Уметь: формулировать выводы по теоремам подобия. Владеть: методами анализа результатов экспериментов.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 4.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	6 семестр	4 курс
Объем дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	12
в том числе:	-	
лекции	14	4
занятия семинарского типа:	-	
практические занятия		
лабораторные занятия	28	8
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	96
в том числе:	-	
курсовая работа	-	
контрольные работы	-	
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 5.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	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	Практические работы	СРС			
1	Классификация масштабов океанологических процессов	6	2	2		10	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Выделение процесса для исследования	6	2	2		10	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3	Организация натурального эксперимента	6	2	6		12	Решение типовой задачи, письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
4	Выделение процесса для лабораторного эксперимента	6	2	6		12	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
5	Подобие исследуемого процесса	6	2	6		12	Решение типовой задачи (РГР), письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
6	Автомодельность и асимптотическое приближение	6	2	4		10	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7	Технические условия лабораторного эксперимента	6		2		10	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
ИТОГО			14	28		66			

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	СРС			
1	Классификация масштабов океанологических процессов	4		1		10	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Выделение процесса для исследования	4	1	1		14	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3	Организация натурального эксперимента	4	1	1		14	Решение типовой задачи, письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
4	Выделение процесса для лабораторного эксперимента	4	1	1		12	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
5	Подобие исследуемого процесса	4	1	2		18	Решение типовой задачи (РГР), письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
6	Автомодельность и асимптотическое приближение	4		1		18	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
7	Технические условия лабораторного эксперимента	4		1		10	письменный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
ИТОГО			4	8		96	-	-	-

4.3. Содержание разделов дисциплины**Классификация масштабов океанологических процессов**

Движения и явления планетарного масштаба. Мезомасштабные процессы и масштаб Россби. Радиус деформации Россби для глубоких морей и прибрежных зон. Субмезомасштабные вихревые движения. Мелкомасштабные динамические образования. Вертикальные и горизонтальные масштабы океанических процессов.

Выделение процесса для исследования

Процессы, влияющие на изменение вертикального профиля термодинамических характеристик. Состояния вертикальной устойчивости вод. Параметры вертикальной стратификации. Характеристики нарушения устойчивости. Масштабы вертикальной свободной и вынужденной конвекции. Процессы диссипации энергии и вещества. Горизонтально распространяющиеся процессы. Процессы, обладающие пространственной структурой. Периодические и непериодические процессы и явления. Методы выделения изучаемого процесса в натурных экспериментах.

Организация натурального эксперимента

Выбор района для проведения натурального эксперимента. Соответствие масштаба исследуемого процесса или явления размерам и частоте сетки полигона для проведения наблюдений. Продолжительность и частота наблюдений, которая соответствует выбранной детализации изучаемого процесса. Привлечение дистанционных методов наблюдений. Организация подспутниковых экспериментов. Ассимиляция дистанционных данных в систему натурального эксперимента.

Выделение процесса для лабораторного эксперимента

Методы исключения влияния паразитных явлений при проведении лабораторных экспериментов. Технические условия проведения лабораторных экспериментов. Методы сохранения подобия исследуемого процесса в лабораторных условиях своему природному аналогу. Определение необходимого времени проведения лабораторного эксперимента и его лабораторного масштаба.

Подобие исследуемого процесса

Анализ размерностей и подобие. Размерность определяющих параметров. Геометрическое и физическое подобие. Параметры и критерии подобия. Необходимые и достаточные условия подобия. Три теоремы подобия. Первая теорема подобия (теорема Ньютона) об одинаковости критериев подобия. Вторая теорема подобия (П-теорема) о критериях подобия. Третья теорема подобия о необходимых и достаточных условиях подобия физических явлений. Применение анализа размерностей к построению точных частных решений задач математической физики.

Автомодельность и асимптотическое приближение

Автомодельность. Промежуточная асимптотика. Классификация автомодельных зависимостей и автомодельных решений. Полная и неполная автомодельность. Неполная автомодельность фракталей. Автомодельные решения первого и второго рода. Устойчивость автомодельных и инвариантных решений. Предельные автомодельные решения. Гипотеза турбулентной автомодельности Колмогорова. Законы подобия турбулентного течения. Полная и неполная автомодельность в теории турбулентности и в геофизической гидродинамике. Асимптотические решения струйных течений.

Технические условия лабораторного эксперимента

Техническое оснащение лабораторного эксперимента. Выбор необходимого оборудования для проведения экспериментов. Анализ необходимой точности и чувствительности де-

тектирующей лабораторной аппаратуры. Обеспечение сохранения критериев подобия. Юстировка, синхронизация и тестирование детектирующей лабораторной аппаратуры. Проведение тестовых экспериментов. Сохранение первичной информации о проводимом лабораторном эксперименте в цифровом виде на электронных носителях. Обработка получаемой информации.

Подразделы содержания дисциплины, выносимые на самостоятельную работу студентов, определяются преподавателем.

4.4. Содержание занятия семинарского типа

Таблица 11.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Выделение пространственного масштаба процесса по данным наблюдений	2	2
2	Фильтрация данных наблюдений	2	4
3	Определение необходимой для наблюдений бортовой аппаратуры	2	4
3	Соответствие размера и дискретизации полигона масштабу исследуемого процесса	2	4
3	Организация подспутниковых наблюдений	2	
4	Исключения влияния паразитных явлений при проведении лабораторных экспериментов	2	
4	Определение параметров эксперимента	2	
4	Анализ размерностей и П-теорема	2	
5	Построение точных частных решений задач математической физики	2	
5	Анализ устойчивости автомодельных решений	2	
5	Автомодельность в теории турбулентности	2	
6	Асимптотические решения струйных течений	2	
6	Техническое оснащение лабораторного эксперимента	2	
7	Методы обработки получаемой информации	2	

Таблица 13.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Выделение пространственного масштаба процесса по данным наблюдений	1	1
3	Соответствие размера и дискретизации полигона масштабу исследуемого процесса	1	1
4	Определение параметров эксперимента	1	1
4	Анализ размерностей и П-теорема	2	2

5	Построение точных частных решений задач математической физики	1	1
6	Техническое оснащение лабораторного эксперимента	1	1
7	Методы обработки получаемой информации	1	1

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Электронные ресурсы, разработанные в рамках дисциплины, размещенные на сайте «Методология эксперимента» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>):

- конспекты лекций;
- презентации с с разъяснением способов решения практических научных задач;
- методические указания по выполнению типовых научных заданий;
- вспомогательные информационные материалы (таблицы, примеры);
- средства для текущего контроля.

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 – 63;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 7;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации – 30;

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Текущий контроль реализуется в электронном виде на сайте «Методология эксперимента» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>):

6.2. Промежуточная аттестация

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

Форма проведения зачета: устно.

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

ПК-№.1, ПК-3.2, ПК-3.3

- 1 Движения и явления планетарного масштаба
- 2 Масштаб Россби.
- 3 Субмезомасштабные вихревые движения.
- 4 Вертикальные и горизонтальные масштабы океанических процессов.
- 5 Процессы, влияющие на изменение вертикального профиля характеристик.
- 6 Характеристики нарушения устойчивости.
- 7 Масштабы вертикальной свободной и вынужденной конвекции.
- 8 Горизонтально распространяющиеся процессы.
- 9 Периодические и непериодические процессы и явления.
- 10 Методы выделения изучаемого процесса в натуральных экспериментах.
- 11 Соответствие масштаба процесса размерам сетки полигона наблюдений.
- 12 Продолжительность и частота наблюдений,
- 13 Организация подспутниковых экспериментов.
- 14 Ассимиляция дистанционных данных в систему натурального эксперимента.

- 15 Анализ размерностей и подобие.
- 16 Размерность определяющих параметров.
- 17 Геометрическое и физическое подобие.
- 18 Параметры и критерии подобия.
- 19 Необходимые и достаточные условия подобия.
- 20 Первая теорема подобия (теорема Ньютона) об одинаковости критериев подобия.
- 21 Вторая теорема подобия (П-теорема) о критериях подобия.
- 22 Третья теорема подобия о необходимых и достаточных условиях подобия физических явлений.
- 23 Применение анализа размерностей к построению точных частных решений задач математической физики.
- 24 Методы исключения влияния паразитных явлений при проведении лабораторных экспериментов.
- 25 Технические условия проведения лабораторных экспериментов.
- 26 Сохранение подобия исследуемого процесса в лабораторных условиях своему природному аналогу.
- 27 Определение масштаба лабораторного эксперимента.
- 28 Автомодельность. Промежуточная асимптотика.
- 29 Классификация автомодельных зависимостей.
- 30 Полная и неполная автомодельность.
- 31 Неполная автомодельность фракталей.
- 32 Автомодельные решения первого и второго рода.
- 33 Устойчивость автомодельных и инвариантных решений.
- 34 Предельные автомодельные решения.
- 35 Гипотеза турбулентной автомодельности Колмогорова.
- 36 Законы подобия турбулентного течения.
- 37 Асимптотические решения струйных течений.
- 38 Выбор необходимого оборудования для проведения экспериментов.
- 39 Анализ необходимой точности и чувствительности лабораторной аппаратуры.
- 40 Обеспечение сохранения критериев подобия.
- 41 Юстировка, синхронизация и тестирование лабораторной аппаратуры.
- 42 Проведение тестовых экспериментов.
- 43 Сохранение первичной информации о проводимом лабораторном эксперименте в цифровом виде на электронных носителях.
- 44 Обработка получаемой информации.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 14.

Распределение баллов по основным видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-7
Типовая задача №1	0-24
Типовая задача №2 (РГР)	0-24
Письменный опрос	0-15
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

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

Таблица 15.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Не зачтено	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 контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методология подготовки и проведения натурального и лабораторного эксперимента».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Лайхтман Д. Л., Палагин Э. Г. Применение анализа размерностей к задачам гидрометеорологии. – Л.: ЛПИ, 1976, 66 с.
2. Чанцев В. Ю., Даньшина А. В. Дипольные вихревые структуры на притоленной струе (лабораторный эксперимент, организация и анализ). – СПб.: РГГМУ, 2020, 100 с.
3. Баренблатт Г.И. Подобие, автомодельность, промежуточная асимптотика. Теория и приложения к геофизической гидродинамике – Л.: Гидрометеиздат, 1982.

Дополнительная литература

1. Динамические процессы береговой зоны моря /под ред. Р.Д. Косьяна и др. – М.: Научный мир, 2003.
2. Laboratory Modeling and Theoretical Studies of Wave Processes in the Ocean. Part 1: Experimental Design and Program/ Ed. by L.A. Ostrovsky. NOAA, ETL, Boulder CO, 1997.
3. Laboratory Modeling and Theoretical Studies of Wave Processes in the Ocean. Part 3: Second Stage Result/ Ed. by L.A. Ostrovsky. NOAA, ETL, Boulder CO, 1997.
4. Эпштейн Л.А. Методы теории размерностей и подобия в задачах гидромеханики судов – Л.: Судостроение, 1970.
5. Алабужев П.М. и др. Теории подобия и размерностей. Моделирование. – М.: ВШ, 1968.
6. Макаров В.А., Мензин А.Б. Моделирование океанологических процессов. Лабораторный практикум. – Санкт-Петербург, 1992.
7. Laboratory Modeling and Theoretical Studies of Surface Wave modulation by a Moving Sphere/ Ed. by L.A. Ostrovsky. NOAA, ETL, Boulder CO, 2002.
8. Voropayev, S.I., Afanasyev Y.D. Vortex structures in a stratified fluid. –London: Chapman & Hall, 1994.
9. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – М.: Наука, 1977.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Конспекты лекций, презентации, методические материалы по выполнению типовых научных заданий и вспомогательные информационные материалы, размещенные на сайте «Моделирование эксперимента» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>)

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Операционные системы Windows 7,10;
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office.

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. ЭБС Юрайт
2. Электронно-библиотечная система elibrary;

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.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, служащим для представления учебной информации

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет"

Помещение для самостоятельной работы студентов. Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ноутбук, проектор, переносной экран).

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 в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>).

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного управления прибрежными зонами от 30.06.2022 №12