Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. А. Недоступ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины студентами, обучающимися в магистратуре по направлению подготовки
35.04.08 Промышленное рыболовство

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 639. 2

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры промышленного рыболовства ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» Г. М. Долин

Недоступ, А. А.

Экспериментальная гидромеханика: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины студентами, обучающимися в магистратуре по направлению подготовки 35.04.08 Промышленное рыболовство / А. А. Недоступ. - Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. - 20 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Экспериментальная гидромеханика» представлены учебно-методические материалы, включающие подробный план изучения дисциплины, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к зачету.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины студентами рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 29 июня 2022 г., протокол № 5

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Недоступ А.А., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение……..... 4

1. Тематический план……. 6

2. Характеристика используемых форм, методов и технологий контроля учебной работы (аттестации) студента…… 10

3. Тематика самостоятельной работы…….. 11

4. Вопросы для самоконтроля …….. 12

Заключение…… 13

Список литературы…….. 14

Приложение……... 15

Введение

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 35.04.08 Промышленное рыболовство (для очной формы обучения) по дисциплине «Экспериментальная гидромеханика».

Целью освоения дисциплины является усвоение магистрантами знаний о законах движения жидкостей, приобретение умений и навыков решения прикладных вопросов гидромеханики для проектирования и эксплуатации орудий рыболовства.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной гидродинамики;
- теорию подобия;
- физическое моделирование;
- конкретные методические ошибки при измерениях параметров орудий рыболовства при проведении опытов.
- модели и эксперименты;
- методы физических исследований и измерений;
- источники погрешностей и их классификацию;
- метод пересчета экспериментальных данных модели на натурное орудие рыболовства;
- методы, используемые при обработке экспериментальных данных;

уметь:

- физически моделировать гидродинамические процессы, протекающие с орудиями рыболовства;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач;
- планировать физические эксперименты; проводить экспериментальные работы;
- обрабатывать экспериментальные данные;
- пересчитывать данные модели на натурное орудие рыболовства;

владеть:

- измерениями основных физических величин;
- определениями погрешностей измерений;
- грамотным использованием физического научного языка;
- оценками результатов простейших физических экспериментов;

- численными расчетами физических величин при решении задач и обработке результатов;

- представлениями физической информации различными способами.

Дисциплина «Экспериментальная гидромеханика» относится к учебному плану образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 35.04.08 Промышленное рыболовство, профиль «Системы и процессы рыболовства и аквакультуры». При изучении дисциплины используются знания и навыки, полученные студентами при освоении дисциплин образовательных программ бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки «Промышленное рыболовство» (теория вероятностей и математическая статистика, механика орудий рыболовства, основы проектирования орудий рыболовства, прикладная математика, информационные технологии в профессиональной деятельности). Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих дисциплин, обеспечивающих дальнейшую подготовку в указанной области, - Б1.В.08 «САПР техники промышленного рыболовства», Б1.В.ДВ.03.02 «Методы оптимизации технических средств рыболовства», Б1.В.ДВ.02.01 «Селективность рыболовства и орудий лова». Знания, умения и навыки, полученные по программе дисциплины, закрепляются, расширяются и углубляются при прохождении магистрантами технологической практики после первого курса обучения и в результате выполнения НИР.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется через систему тестирования. Тестовые задания используются для оценки освоения всех тем дисциплины студентами очной. Тесты сформированы на основе материалов лекций и вопросов, рассмотренных в рамках лабораторных занятий. Тестирование обучающихся проводится на лабораторных занятиях (в течение 10-15 мин, в зависимости от уровня сложности материала) после рассмотрения на лекциях соответствующих тем.

Положительная оценка («отлично», «хорошо» или «удовлетворительно») выставляется программой автоматически, в зависимости от количества правильных ответов.

Градация оценок:

- «отлично» - свыше 85 %;

- «хорошо» - более 75 %, но не выше 85 %;

- «удовлетворительно» - свыше 65 %, но не более 75%.

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде зачета.

1. Тематический план

Формы проведения занятия:

- лекции;
- лабораторные работы;
- самостоятельная работа.

№ п/п	Тема дисциплины	Содержание лекций
1	Роль и место экспериментальных методов в гидромеханике	Ограниченность теоретических методов гидромеханики. Этапы развития и классификация экспериментальных методов гидромеханики. Компьютерные измерительные системы
2	Основные методы измерения физических величин в гидромеханике	Методы измерения давлений. Методы измерения расходов жидкости. Методы измерения локальных скоростей. Методы измерения сил в жидкости. (Можно указать, какие конкретно)
3	Натурные и лабораторные опыты. Гидродинамическое подобие	Необходимость проведения лабораторных исследований. Гидролоток, устройство и принцип работы. Опытовые бассейны. Особенности аэродинамической трубы. Понятие гидродинамического подобия. Критерии гидродинамического подобия
4	Особенности экспериментальной гидромеханики в рыболовстве	Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства
5	Оценка погрешности и методы обработки результатов экспериментальных исследований	Систематические и случайные погрешности измерений в гидромеханике. Расчет погрешности при косвенных измерениях. Обработка результатов измерений случайной величины. Обработка результатов экспериментальных исследований случайной функции

Вопросы для обсуждения

1. Основоположники теории моделирования орудий и процессов рыболовства.
2. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства.
3. Принципы моделирования орудий и процессов рыболовства.

4. Применение теории подобия при физическом моделировании орудий и процессов рыболовства.
5. Масштабный эффект, возникающий при моделировании орудий и процессов рыболовства.
6. Выбор экспериментальной установки для моделирования ставных сетей.
7. Физическое моделирование донной ставной сети.
8. Физическое моделирование разноглубинной ставной сети.
9. Определение масштабного эффекта при моделировании ставных сетей.
10. Выбор экспериментальной установки для моделирования плавных сетей.
11. Физическое моделирование плавной донной сети.
12. Определение масштабного эффекта при моделировании плавных сетей.
13. Выбор экспериментальной установки для моделирования ставных неводов.
14. Физическое моделирование ставных неводов с жестким каркасом.
15. Физическое моделирование ставных неводов с мягким каркасом.
16. Определение масштабного эффекта при моделировании ставных неводов.
17. Выбор экспериментальной установки для моделирования разноглубинных тралов.
18. Физическое моделирование разноглубинных тралов.
19. Определение масштабного эффекта при моделировании разноглубинных тралов.
20. Выбор экспериментальной установки для моделирования донных тралов.
21. Физическое моделирование донных тралов.
22. Определение масштабного эффекта при моделировании донных тралов.
23. Выбор экспериментальной установки для моделирования кошельковых неводов.
24. Физическое моделирование кошельковых неводов.
25. Определение масштабного эффекта при моделировании кошельковых неводов.
26. Выбор экспериментальной установки для моделирования донных неводов.
27. Физическое моделирование донных неводов.
28. Определение масштабного эффекта при моделировании донных неводов.
29. Выбор экспериментальной установки для моделирования горизонтальных ярусов.

30. Определение масштабного эффекта при моделировании горизонтальных ярусов.

31. Выбор экспериментальной установки для моделирования вертикальных ярусов.

32. Определение масштабного эффекта при моделировании вертикальных ярусов.

Методические указания по проведению занятия

Преподавание дисциплины «Экспериментальная гидромеханика» предусматривает:

- лекции;
- проведение лабораторных работ;
- научные дискуссии;
- опрос;
- дискуссии;
- развернутую беседу;
- мультимедийные лекции;
- консультации преподавателей;
- самостоятельную работу студентов.

В рамках изучения дисциплины «Экспериментальная гидромеханика» предусмотрены встречи с представителями российских рыбохозяйственных компаний, государственных и общественных организаций.

Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень.

Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Задания для самостоятельной работы желательно составлять из обязательной и факультативной частей. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

- представление компьютерных программ по расчету орудий и процессов рыболовства;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

Лекционный материал должен быть построен таким образом, чтобы студенту стало понятно существо процессов физического и математического моделирования орудий и процессов рыболовства. Преподаватель должен рекомендовать студентам изучать разделы дисциплины путем прослушивания и конспектирования лекций.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории (ОАО «МариНПО», опытовый бассейн ФГБОУ ВО «КГТУ»).

Выполнение и защита всех лабораторных работ являются необходимым условием положительной оценки текущей и промежуточной аттестации студента по дисциплине.

Порядок проведения и содержание лабораторных работ изложены в методических указаниях для студентов.

В рамках самостоятельной работы студенты должны:

- произвести соответствующие пересчеты данных модели на натурное орудие рыболовства и подготовить контрольные работы.

Подводя итоги защиты лабораторных работ, можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

- полнота и конкретность ответа;
- последовательность и логика изложения;
- связь теоретических положений с практикой;
- обоснованность и доказательность излагаемых положений;
- наличие качественных и количественных показателей;
- уровень культуры речи.

В конце защиты лабораторных работ рекомендуется дать оценку всего занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;

- степень усвоения знаний;
- положительные стороны в работе студентов;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

Методические материалы к занятию

Рекомендуемая литература

1. Недоступ, А.А. Экспериментальная гидромеханика орудий рыболовства : учеб. пособие /А. А. Недоступ ; рец.: А. А. Грачев, А. А. Павленко. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 363 с.
2. Недоступ, А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства : монография / А. А. Недоступ ; ФГБОУ ВПО "КГТУ". - Калининград : КГТУ, 2012. - 377 с.

2. Характеристика используемых форм, методов и технологий контроля учебной работы (аттестации) студента

Текущая аттестация

Текущая аттестация проводится по графику проведения вузовской текущей аттестации. Проводится по результатам выполнения первой и второй лабораторных работ (первая текущая аттестация) и по результатам выполнения третьей и четвертой лабораторных работ (вторая текущая аттестация).

Защита лабораторных работ

Защита лабораторных работ проводится в лаборатории. Студенту задают по два вопроса по теме лабораторной работы (вопросы для самопроверки).

Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)

Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачет. Зачет выставляется студенту по итогам работы в семестре, а именно по итогам успешной сдачи и защиты лабораторных работ.

3. Тематика самостоятельной работы

1. Опишите методику физического моделирования донной ставной рыболовной сети.
2. Приведите критерии подобия донной ставной рыболовной сети для физического моделирования стационарных процессов.
3. Приведите критерии подобия донной ставной рыболовной сети для физического моделирования динамических процессов.
4. Приведите критерии подобия разноглубинной ставной рыболовной сети для физического моделирования стационарных процессов.
5. Приведите критерии подобия разноглубинной ставной рыболовной сети для физического моделирования динамических процессов.
6. Приведите критерии подобия донной плавной рыболовной сети для физического моделирования стационарных процессов.
7. Приведите критерии подобия донной плавной рыболовной сети для физического моделирования динамических процессов.
8. Приведите критерии подобия пролета крыла ставного подвесного невода для физического моделирования стационарных процессов.
9. Приведите критерии подобия пролета крыла ставного подвесного невода для физического моделирования динамических процессов.
10. Объясните влияние сплошности на параметры раскрытия устья разноглубинного трала.
11. Приведите критерии подобия разноглубинного трала для физического моделирования стационарных процессов.
12. Приведите критерии подобия разноглубинного трала для физического моделирования динамических процессов.
13. Приведите критерии подобия донного трала для физического моделирования стационарных процессов.
14. Приведите критерии подобия донного трала для физического моделирования динамических процессов.
15. Приведите критерии подобия кошелькового невода для физического моделирования динамических процессов.
16. Приведите критерии подобия донного невода для физического моделирования динамических процессов.

17. Какие допущения применяют при физическом моделировании орудий и процессов рыболовства?

4. Вопросы для самоконтроля

1. Дать определение физическому моделированию.
2. Приведите основные критерии физического подобия гидродинамических процессов рыболовства.
3. Как определить точность физического моделирования?
4. Приведите методы обработки опытов.
5. Приведите критерии подобия донной ставной рыболовной сети для физического моделирования стационарных процессов.
6. Приведите критерии подобия донной ставной рыболовной сети для физического моделирования динамических процессов.
7. Приведите критерии подобия разноглубинной ставной рыболовной сети для физического моделирования стационарных процессов.
8. Приведите критерии подобия разноглубинной ставной рыболовной сети для физического моделирования динамических процессов.
9. Приведите критерии подобия донной плавной рыболовной сети для физического моделирования стационарных процессов.
10. Приведите критерии подобия донной плавной рыболовной сети для физического моделирования динамических процессов.
11. Приведите критерии подобия пролета крыла ставного подвесного невода для физического моделирования стационарных процессов.
12. Приведите критерии подобия пролета крыла ставного подвесного невода для физического моделирования динамических процессов.
13. Приведите критерии подобия разноглубинного трала для физического моделирования стационарных процессов.
14. Приведите критерии подобия разноглубинного трала для физического моделирования динамических процессов.
15. Приведите критерии подобия донного трала для физического моделирования стационарных процессов.
16. Приведите критерии подобия донного трала для физического моделирования динамических процессов.

17. Приведите критерии подобия кошелькового невода для физического моделирования динамических процессов.

18. Приведите критерии подобия донного невода для физического моделирования динамических процессов.

19. Какие допущения применяют при физическом моделировании орудий и процессов рыболовства?

20. Приведите лабораторные и экспериментальные установки.

Заключение

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Экспериментальная гидромеханика» представлены учебно-методические материалы, включающие подробный план изучения дисциплины, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к зачету. Учебно-методическое пособие будет полезным для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 35.04.08 Промышленное рыболовство.

Список литературы

1. Недоступ, А.А. Экспериментальная гидромеханика орудий рыболовства : учеб. пособие /А. А. Недоступ ; рец.: А. А. Грачев, А. А. Павленко. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 363 с.
2. Недоступ, А.А. Физическое моделирование орудий и процессов рыболовства : монография / А. А. Недоступ ; ФГБОУ ВПО "КГТУ". - Калининград : КГТУ, 2012. - 377 с.

Приложение

Словарь терминов

1. **МОДЕЛИРОВАНИЕ** — Метод научного исследования, заключающийся в построении и изучении модели исследуемого объекта. Модель – это система элементов, воспроизводящая определенные стороны, связи, функции предмета исследования (оригинала). Различают вещественные (например, макет технического устройства) и знаковые модели (например, математическая модель процесса). В основе моделирования лежит определенная аналогия - соответствие между исследуемым объектом и его моделью, что позволяет переходить от модели к самому объекту. Моделирование используется не только для объяснения уже известных, но и для выявления новых свойств, связей объекта, которые не могут быть обнаружены при его непосредственном изучении. Особая роль принадлежит моделированию на основе информационных технологий.

   Прикладная инженерная наука класса технологических, дисциплина, ставящая целью построение моделей и их исследование посредством собственных универсальных методов, а также специфических методов смежных с ней наук (математика, исследование операций, программирование), способ оценки результата проектирования.

2. **ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ** — Моделирование в специальных лабораториях

   опытной установки, имитирующей объект или процесс. При этом обычно физическая модель имеет меньшие размеры, чем натуральный объект, но не исключена и обратная ситуация. Помимо

пространственного масштабирования возможно и масштабирование времени, т. е. на модели можно за сравнительно короткое время изучить явление, протекающее в природе долгие годы, и наоборот, внимательно рассмотреть мгновенно протекающий процесс. Процесс моделирования состоит из физических экспериментов, сущность которых основана на выполнении различных операций над физическими моделями. Обычно это опыты с моделями на экспериментальных установках.

3. **ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** — Упрощенный образ изучаемого явления, созданный, сконструированный по подобию натурного объекта.

4. **ПОДОБИЕ** — Соответствие между объектами - оригиналом и моделью, при котором известны правила перехода от параметров одного к параметрам другого, а математическое описание (если оно известно или может быть получено) допускает преобразование их к тождественному виду.

5. **КРИТЕРИИ ПОДОБИЯ** — обобщенные характеристики подобных процессов, составленных из зависимых и независимых параметров. Это идентичные по форме алгебраической записи и численно равные для подобных объектов безразмерные степенные симплексы и комплексы определенных групп параметров, характеризующих эти объекты.

6. **МАСШТАБЫ ПОДОБИЯ** — Показатели пропорциональности.

7. **ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ** — Теория, дающая возможность установить наличие подобия или позволяющая разработать способы достижения его. Соотношения между моделью и оригиналом, выявляемые теорией подобия, могут быть различными: в виде простых масштабных соотношений (при геометрическом подобии), в виде сложных функциональных

зависимостей группы параметров сопоставляемых объектов (критерии подобия). Под объектами в дальнейшем ради краткости будем понимать также и различные процессы.

8. **ПРОЦЕСС** Действие, сопутствующее функционированию системы и проявляющееся в виде изменения состояний или режимов этой системы.

9. **ЭКСПЕРИМЕНТ** Метод исследования некоторого явления в управляемых условиях. Отличается от наблюдения активным взаимодействием с изучаемым объектом. Обычно эксперимент проводится в рамках научного исследования и служит для проверки гипотезы, установления причинных связей между феноменами. Эксперимент является краеугольным камнем эмпирического подхода к знанию. Критерий Поппера выдвигает возможность постановки эксперимента в качестве главного отличия научной теории от псевдонаучной. Эксперимент - это метод исследования, который воспроизводится в описанных условиях неограниченное количество раз и даёт идентичный результат.

10. **ГИДРОМЕХАНИКА** Прикладная наука (раздел механики сплошных сред), изучающая равновесие и движение жидкости.

Кроме того, в область изучения гидромеханики как науки входит взаимодействие между жидкостью и телами, погружёнными в жидкость полностью либо частично, а также движущимися в жидкости. Гидромеханика подразделяется на гидростатику, изучающую жидкость в равновесии, а также гидродинамику, изучающую движение жидкости.

11. **НАБЛЮДЕНИЕ** Метод исследования без активного

взаимодействия на изучаемый объект.

12. **ОПЫТ** — Совокупность знаний и навыков, являющаяся результатом деятельности.

13. **ОБРАБОТКА ДАННЫХ** — Процесс приведения *данных* к виду, удобному для использования. Независимо от вида информации, которая должна быть получена, и типа оборудования любая система О. д. выполняет три основные группы операций: подбор исходных, входных данных, собственно их обработку (в процессе которой система оперирует промежуточными данными), получение и анализ результатов, т. е. выходных данных.

14. **ОРИГИНАЛ (НАТУРА)** — Объект, определённые свойства которого подлежат изучению методом моделирования.

15. **МОДЕЛЬ** — Материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе изучения заменяет объект - оригинал, сохраняя некоторые, важные для данного исследования типичные его черты.

Модель - способ замещения реального объекта, используемый для его исследования, когда натуральный эксперимент невозможен, дорог, опасен, долговременен.

Модель - это вспомогательный объект, отражающий особенности поведения объекта - оригинала, имеющий с ним идентичные черты и служащий для изучения его и получения о нем информации, которую затруднительно или невозможно получить непосредственно с оригинала.

Модель - это явление, техническое устройство, знаковое образование или иной условный образ, который находится в определенном соответствии (сходстве) с

		оригиналом и способен замещать его при исследованиях, давая о нем необходимую информацию.
16.	**ЭТАПЫ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ**	Этапы, которые объединены в процесс (постановка задачи, определение границ рассмотрения, формализация объектов и процессов, сборка связей, численный аппарат, вычисления, отладка, корректировка модели, вычислительный эксперимент, оценка точности, комплексирование).
17.	**ПАРАМЕТРЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ**	- Внешние параметры; их значения могут быть измерены, но возможность воздействовать на них отсутствует; - управляющие параметры; на них можно оказывать прямое воздействие в соответствии с теми или иными требованиями, что позволяет управлять процессом; - возмущающие параметры; они изменяются случайным образом и не доступны для измерения.
18.	**ТРЕБОВАНИЯ К МОДЕЛИ**	- Универсальность, точность, адекватность и экономичность.
19.	**ПОГРЕШНОСТЬ МЕТОДА**	Погрешность, которая связана с тем, что любой численный метод воспроизводит математическую модель приближенно. Наиболее типичными погрешностями метода являются погрешность дискретизации и погрешность округления.

Локальный электронный методический материал

Александр Алексеевич Недоступ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА

Редактор Г.А. Смирнова

Уч.-изд. л. 0,9. Печ. л. 1,25

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1