



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**«МЕТОДЫ ТЕОРИИ РАЗМЕРНОСТЕЙ И ПОДОБИЯ В МЕХАНИКЕ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры  
по направлению подготовки

**26.04.02 КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ, ОКЕАНОТЕХНИКА И СИСТЕМОТЕХНИКА  
ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства  
кафедра кораблестроения

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПКС-4: Способность выполнять математическое (компьютерное) моделирование и оптимизацию параметров объектов морской (речной) техники на базе разработанных и имеющихся средств исследования и проектирования, включая стандартные и специализированные пакеты прикладных программ	ПКС-4.7: Выполняет математическое (компьютерное) моделирование и решает задачи теории размерностей и подобия в механике при проектировании технологии постройки судов	Методы теории размерностей и подобия в механике	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы теории размерностей и подобия;</li> <li>- способы теоретического решения задач механики методами теории размерностей;</li> <li>- методы планирования модельного эксперимента на базе теории подобия.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы теории размерностей для решения задач механики;</li> <li>- уметь планировать модельный гидродинамический эксперимент из условия обеспечения подобия по заданным критериям подобия;</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками практического использования методов теории размерностей и подобия для теоретического решения задач механики;</li> <li>- методами планирования модельного эксперимента и способами пересчета его результатов на натуру</li> </ul>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ)

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания и контрольные вопросы по темам практических занятий;
- тестовые задания.

2.3 Промежуточная аттестация в форме зачета проводится по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

### 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Типовые задания и контрольные вопросы по темам практических занятий представлены в приложении №1.

Оценка достаточности полученных на практическом занятии знаний и навыков осуществляется по системе: «зачтено / не зачтено», в соответствии с критериями, представленными в таблице 2.

3.2 Типовые тестовые задания приведены в приложении №2.

Оценивание результатов тестирования осуществляется по следующей системе:

- 50% заданий и выше – оценка «зачтено»;
- менее 50 % – оценка «не зачтено».

### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Аттестация проходит по результатам прохождения текущего контроля успеваемости.

В отдельных случаях (в случае не прохождения всех видов текущего контроля), зачет может приниматься в виде устного опроса. В таком случае, к оценочным средствам промежуточной аттестации относятся контрольные вопросы по дисциплине.

Зачет может приниматься в виде устного опроса по трем вопросам из перечня типовых контрольных вопросов по дисциплине, представленного в приложении №3. Оценивание результатов сдачи зачета («зачтено» или «не зачтено») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связать	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	вать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	изучаемый объект		
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Методы теории размерностей и подобия в механике» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры кораблестроения (протокол № 6а от 25.04.2022 г.).

Заведующий кафедрой



С.В. Дятченко

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### *Задания:*

1. Определение размерностей величин.
2. Определение численных значений физических величин и определение их размерностей при переходе к новым единицам измерения.
3. Применение теории размерностей для теоретического решения задачи механики.
4. Решение задач на определение условий проведения модельного эксперимента и пересчет его результатов на натуру.

### *Контрольные вопросы:*

- 1 Что такое размерность величины?
- 2 Какие величины называются размерными и какова форма их записи?
- 3 Сформулируйте основную аксиому теории размерностей
- 4 Что собой представляет формула размерностей?
- 5 В каких случаях величину можно записывать в безразмерном виде?
- 6 Какие величины называются безразмерными и в каких случаях такая форма их представления возможна?
- 7 Что собой представляет формула размерностей?
- 8 Каково назначение формулы размерностей?
- 9 Какие единицы измерения называются основными?
- 10 Какие единицы измерения называются производственными?
- 11 Какие размерности называются основными?
- 12 Какие размерности относятся к производственным размерностям?
- 13 Какие фигуры называются геометрически подобными?
- 14 Чему равен масштаб углов у геометрически подобных фигур?
- 15 Как связаны между собой масштаб объема и линейный масштаб геометрически подобных фигур?
- 16 Сформулируйте условия геометрического подобия двух фигур.
- 17 Сформулируйте условия, соблюдение которых необходимо для того, чтобы два механических процесса были динамически подобны.
- 18 Что такое масштаб величины
- 19 Как связаны между собой масштаб площади и линейным масштаб в динамических подобных процессах?
- 20 Как связаны между собой линейный масштаб, масштаб времени и масштаб скорости в динамически подобных процессах?
- 21 Как связаны между собой масштабы сил тяжести и сил вязкости в динамически подобных процессах?
- 22 Какие точки в подобных процессах называются сходственными?

- 23 Как соотносятся между собой масштабы сил вязкости в сходственных точках подобных процессов?
- 24 Что называется критерием подобия?
- 25 Что такое число Рейнольдса?
- 26 Каков физический смысл числа Рейнольдса?
- 27 Какая величина называется числом Фруда?
- 28 Каков физический смысл числа Фруда?
- 29 Какая величина называется коэффициентом силы?
- 30 Как соотносятся между собой коэффициенты одноименных сил модели и натуре, если они участвуют в динамически подобных процессах?
- 31 Что означает фраза: «Моделирование выполняется по числу Рейнольдса»?
- 32 В каких случаях необходимо вести моделирование по числу Фруда?
- 33 В каком случае обеспечение динамического подобия требует моделирования по числу Рейнольдса?
- 34 Что означает фраза: «Необходимо провести моделирование по числу Фруда»?
- 35 Что означает фраза: «Необходимо провести моделирование по числу Рейнольдса»?
- 36 По какому критерию подобия необходимо вести моделирование для определения сопротивления подводной лодки, плавающей на больших глубинах?
- 37 По каким критериям подобия необходимо вести моделирование для экспериментального определения сопротивления надводного судна?
- 38 Что препятствует одновременному моделированию процесса сразу по двум критериям подобия: числу Фруда и числу Рейнольдса?

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Вариант №1

1. Плотность - это	
1. масса жидкости, отнесенная к ее объему	3. отношение веса жидкости к ее массе
2. вес жидкости, отнесенный к ее объему	
2. Однородная жидкость – это жидкость	
1. равномерно распределенная в пространстве	3. лишенная вязкости
2. непрерывно распределенная в пространстве	
3. Давление – это	
1. нормальное сжимающее напряжение	3. касательное напряжение
2. нормальное растягивающее напряжение	
4. По закону Архимеда определяется сила, действующая на	
1. подводную часть тела	3. на обе части поверхности тела
2. надводную часть тела	
5. Линия тока – это	
1. Линия, в каждой точке которой касательная к ней и скорость жидкости совпадают	3. Линия, в каждой точке которой скорость потока перпендикулярна ей
2. второе наименование траектории	
6. Уравнение неразрывности отражает закон	
1. сохранения энергии	3. Архимеда
2. сохранения массы	
7. Вес жидкости, отнесенный к ее объему – это	
1. плотность	3. частное от деления удельного веса на плотность
2. удельный вес	
8. В наиболее широком живом сечении струи массовый расход равен 20 кг/с. В других сечениях он	
1. равен 20 кг/с	3. меньше 20 кг/с
2. больше 20 кг/с	
9. Подъемной силой называется гидродинамическая сила, направленная	
1. против скорости тела	3. перпендикулярно скорости тела
2. по скорости тела	



10. Числом Фруда называется отношение сил инерции к	
1. силам тяжести	3. силам капиллярности
2. силам вязкости	

11. Сопротивление формы следует моделировать по	
1. числу Рейнольдса	3. числу Эйлера
2. числу Фруда	

12. Моделирование сил вязкости требует одинаковости у модели и натуре	
1. числа Фруда	3. числа Эйлера
2. числа Рейнольдса	

13. Судно длиной 36 метров движется со скоростью 6 метров в секунду. Необходимо определить число Фруда судна на заданной скорости. Принять ускорение свободного падения равным $9,82 \text{ м/с}^2$
---

14. Длина судна $L$ равна 36 метров, а скорость – 6 метрам в секунду. Определить скорость модели, м/с при которой обеспечивается подобие по числу Фруда. Длина модели равна трем метрам.
--

15. Для условий, описанных в задании №14, определить число Рейнольдса для модели, приняв кинематическую вязкость воды $\nu = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$
---

### Вариант №2

1. Удельный вес - это	
1. вес жидкости, отнесенный к ее объему	3. отношение веса жидкости к ее массе
2. масса жидкости, отнесенная к ее объему	

2. Идеальная жидкость – это жидкость	
1. не обладающая вязкостью	3. непрерывно распределенная в пространстве
2. при сжатии не изменяющая свой объем	

3. Гидростатическое давление в точках, лежащих на одной горизонтальной плоскости,	
1. одинаково	3. наибольшее в самой южной точке
2. наибольшее в самой северной точке	

4. Определяемая по закону Архимеда гидроаэростатическая сила направлена		
1. вертикально вверх	3. вверх под углом $45^\circ$ к вертикали	2. вертикально вниз
2. вертикально вниз		
5. Массовый расход жидкости во всех живых сечениях струи		
1. одинаков	3. обратно пропорционален площади живого сечения	2. прямо пропорционален площади живого сечения
2. прямо пропорционален площади живого сечения		
6. Уравнение Бернулли отражает закон		
1. сохранения энергии	3. Паскаля	2. сохранения массы
2. сохранения массы		
7. Масса жидкости, отнесенная к ее объему – это		
1. удельный вес	3. произведение удельного веса и плотности	2. плотность
2. плотность		
8. В самом узком живом сечении струи несжимаемой жидкости объемный расход равен $23 \text{ м}^3/\text{с}$ . В других сечениях он		
1. больше $23 \text{ м}^3/\text{с}$	3. равен $23 \text{ м}^3/\text{с}$	2. меньше $23 \text{ м}^3/\text{с}$
2. меньше $23 \text{ м}^3/\text{с}$		
9. Гидродинамическая сила, направленная против скорости тела, называется		
1. сопротивлением тела	3. поперечной силой	2. подъемной силой
2. подъемной силой		
10. Сопротивление трения следует моделировать по		
1. числу Фруда	3. числу Вебера	2. числу Рейнольдса
2. числу Рейнольдса		
11. Строгое моделирование сопротивления надводного судна требует одинаковости у модели и натуре		
1. числа Фруда	3. числа Фруда и числа Рейнольдса	2. числа Рейнольдса
2. числа Рейнольдса		
12. Моделирование сил гравитации требует одинаковости у модели и натуре		
1. числа Рейнольдса	3. числа Маха	2. числа Фруда
2. числа Фруда		

13. Подъемной силой называется гидродинамическая сила, направленная		
1. под углом $30^\circ$ к скорости тела	3. перпендикулярно скорости тела	
2. по скорости тела		

14. Судно длиной 49 метров движется со скоростью $Z$ метров в секунду. Необходимо определить число Фруда судна на заданной скорости. Принять ускорение свободного падения равным $9,82 \text{ м/с}^2$
---

15. Длина судна $L$ равна 49 метрам, а скорость – $Z$ метрам в секунду. Определить скорость модели, м/с, при которой обеспечивается подобие по числу Фруда. Длина модели равна 3,5 метрам.
--

### Вариант №3

1. Сплошная жидкость – это жидкость		
1. равномерно распределенная в пространстве	3. при сжатии не изменяющая свой объем	
2. непрерывно распределенная в пространстве		

2. Кинематическая вязкость идеальной жидкости равна		
1. $1,57 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$	3. нулю	
2. $1,14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$		

3. С увеличением глубины давление в покоящейся жидкости		
1. растет	3. не изменяется	
2. уменьшается		

4. Архимедова сила поддержания проходит через		
1. точку, лежащую на уровне действующей ватерлинии	3. точку, заглубленную под свободную поверхность жидкости на половину осадки судна	
2. центр подводного объема		

5. В наиболее узком живом сечении струи массовый расход жидкости равен $17 \text{ кг/с}$ . В других сечениях он		
1. равен $17 \text{ кг/с}$	3. меньше $17 \text{ кг/с}$	
2. больше $17 \text{ кг/с}$		

6. Соппротивлением тела называется гидродинамическая сила, направленная		
1. против скорости тела	3. перпендикулярно скорости тела	
2. по скорости тела		

7. Вес жидкости, отнесенный к ее массе – это		
1. плотность жидкости	3. ускорение свободного падения	

2. удельный вес жидкости	
--------------------------	--

8. В наиболее широком живом сечении струи несжимаемой жидкости объемный расход равен $15 \text{ м}^3/\text{с}$ . В других живых сечениях он	
1. меньше $15 \text{ м}^3/\text{с}$	3. больше $15 \text{ м}^3/\text{с}$
2. равен $15 \text{ м}^3/\text{с}$	

9. Числом Рейнольдса называется отношение сил инерции к	
1. силам вязкости	3. силам поверхностного натяжения
2. силам тяжести	

10. Волновое сопротивление необходимо моделировать по	
1. числу Фруда	3. числу Струхала
2. числу Рейнольдса	

11. Моделирование сопротивления тела, движущегося в безграничной вязкой жидкости, требует одинаковости у модели и натуре	
1. числа Фруда	3. числа Фруда и числа Рейнольдса совместно
2. числа Рейнольдса	

12. Одновременное моделирование сил вязкости и тяжести требует одинаковости у модели и натуре	
1. числа Фруда	3. числа Фруда и числа Рейнольдса совместно
2. числа Рейнольдса	

13. Судно длиной 25 метров движется со скоростью 5 метров в секунду. Чему равно число Фруда на заданной скорости? Принять ускорение свободного падения равным $9,82 \text{ м}/\text{с}^2$

14. Длина судна $L$ равна 25 метрам, а скорость – 5 метрам в секунду. Определить скорость модели, м/с, при которой обеспечивается подобие по числу Фруда. Длина модели равна 2,5 метрам.
--

15. Для условий, описанных в задании №14, необходимо определить число Рейнольдса для модели, приняв кинематическую вязкость воды $\nu = 1,14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$
--

**ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КОТОРЫЕ ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ (В СЛУЧАЕ НЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ) МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

1. Размерность величины
2. Основная аксиома теории размерностей
3. Формулы размерностей
4. Пи-теорема
5. Основные и производственные процессы
6. Условия динамического подобия механических процессов
7. Критерии подобия: назначение критериев и примеры их.
8. Число Фруда: записать формулу для его вычисления, раскрыть физический смысл и назначение
9. Число Рейнольдса: записать формулу для его вычисления, раскрыть физический смысл и назначение
10. Коэффициент силы: записать формулу для его вычисления, раскрыть физический смысл и назначение
11. Число Эйлера: записать формулу для его вычисления, раскрыть физический смысл и назначение
12. Число кавитации: записать формулу для его вычисления, раскрыть физический смысл и назначение
13. Вывести структурную формулировку для определения периода тела в безграничной вязкой жидкости
14. Вывести структурную формулировку для сопротивления медленно движущегося мелкого тела в безграничной вязкой жидкости
15. Вывести структурную формулу для определения сопротивления тела в безграничной вязкой жидкости
16. Вывести структурную формулу для определения сопротивления надводного судна
17. Сформулировать условия, необходимые для моделирования сопротивления судна
18. Сформулировать условия, необходимые для моделирования работы гребного винта (общий случай)
19. Сформулировать условия, необходимые для моделирования работы некавитирующего гребного винта
20. Сформулировать условия, необходимые для моделирования работы глубоко погруженного гребного винта
21. Сформулировать условия, необходимые для моделирования работы некавитирующего глубоко погруженного гребного винта