

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2020
Б1.В.ДВ.04.02

(Индекс дисциплины)

Методы подбора и размерности в механике

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **28** Машиноведения

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Технологические машины и оборудование

Уровень образования: магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	34		
	Лекции	17		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	17		
	Самостоятельная работа	65		
	Промежуточная аттестация	45		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	2		
	Зачет			
	Контрольная работа			
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная		4										
Очно-заочная												
Заочная												

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебного плана № 2/1/1

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области методов подобия и размерности в механике.

1.3. Задачи дисциплины

- Моделирование физических моделей в заданных масштабах.
- Разработка физических моделей, подобных исходным, с учетом теории размерности.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-20	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	первый

Планируемые результаты обучения

Знать:

- 1) Особенности разработки математических моделей узлов машин и механизмов с применением методов подобия и размерностей.

Уметь:

- 1) Осуществлять постановку задач натурального и математического моделирования методами теории подобия и размерности.

Владеть:

- 1) Навыками разработки физических и математических моделей исследуемых машин и механизмов на базе теории подобия и размерностей.

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Математическое моделирование (ПК-20)
- Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента (ПК-20)
- Надежность технологических и технических систем (ПК-20)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Основы теории подобия и анализа размерностей			
Тема 1. Натурное моделирование и проблемы обеспечения физического подобия при изменении масштаба объекта	12		
Тема 2. Виды подобия, критерии подобия, переход от характеристик, полученных на модели, к характеристикам исходного объекта	12		
Тема 3. Теория размерностей.	14		
Тема 4. Выбор безразмерных комбинаций значимых переменных.	12		
Текущий контроль 1 – опрос	1		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 2. Методика решения практических задач на основе теории подобия и анализа размерностей			
Тема 5. Теория подобия при обтекании твердого тела вязкой жидкостью.	12		
Тема 6. Задача о вращении тонкого диска в вязкой жидкости.	12		
Тема 7. Методика моделирования равновесия упругих конструкций.	12		
Тема 8. Исследование эффективности работы демпфера сухого трения.	11		
Текущий контроль 2 – опрос	1		
Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен	45		
ВСЕГО:	144		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	2				
2	2	2				
3	2	2				
4	2	2				
5	2	2				
6	2	2				
7	2	2				
8	2	3				
ВСЕГО:		17				

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1-4	Основы подобия и анализа размерностей. Натурное моделирование приемно-намоточного механизма рычажного типа. Выбор безразмерных комбинаций параметров для значимых переменных. Практическое занятие.	2	8				
5-8	Моделирование равновесия упругих конструкций. Переход от характеристик модели к характеристикам исходного объекта на примере кулачкового механизма с динамическим гасителем. Практическое занятие	2	9				
ВСЕГО:			17				

3.3. Лабораторные занятия

не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	опрос	2	1				
2	опрос	2	1				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	10				
Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	2	10				
Подготовка к экзамену	2	45				
ВСЕГО:		65				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	Лекция-диалог	1		
Практические и семинарские занятия	Анализ ситуации профессиональной деятельности	7		
Лабораторные занятия	не предусмотрены			
ВСЕГО:		8		

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лабораторных занятий, прохождение текущего контроля	30	5 баллов за каждое занятие (16 занятий в семестре, всего 80 баллов), 10 баллов за прохождение текущего опроса (2 опроса, всего 20 баллов);
2	Решение задач на практических	30	5 баллов за выполненную в срок работу (8 занятий), максимум 40 баллов;

	занятиях		5 баллов за отличную подготовку к работе и ее выполнение, максимум 40 баллов; 20 баллов за качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 20 баллов.
2	Сдача экзамена	40	<ul style="list-style-type: none"> • Ответ на теоретический вопрос (полнота, владение терминологией, затраченное время) – максимум 40 баллов; • Решение практической задачи (1 задача), максимум 60 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
> 86	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60	3 (удовлетворительно)	
40 – 50		
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
< 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Крамаренко Н.В. Методы подобия в механике. Анализ уравнений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крамаренко Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91243.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Крамаренко Н.В. Методы подобия в механике. Анализ размерностей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Крамаренко Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020.— 343 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/99350.html>.— ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

1. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Электронный ресурс]: практикум. Учебное пособие/ А.Н. Остриков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018.— 232 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76435.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Кириллов П.Л. Имена и числа подобия [Электронный ресурс]: очерки об ученых/ Кириллов П.Л.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2010.— 336 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16528.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Джерролд Э. Марсден Математические основы механики жидкости [Электронный ресурс]/ Джерролд Э. Марсден, Чорин А.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019.— 204 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/92048.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Пивнев П.П. Механика сплошных сред. Жидкости и газы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пивнев П.П., Тарасов С.П., Волощенко А.П.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019.— 137 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/95791.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Спицкий С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю

2. Караулова И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>.
3. Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД <http://library.sutd.ru>.
4. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic;
2. Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmc.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Компьютерный класс, оснащенный учебными комплектами программного обеспечения (MATLAB, САПР КОМПАС-3D, справочник «Материалы и Сортаменты», САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, САПР SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS) и оборудованный мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.
2. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным учебным комплексом для демонстрации презентаций.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике.</p> <p>Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины; • конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. • работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p> <p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационных обзоров и аналитических отчетов по соответствующей тематике.</p>
Практические занятия	<p>На практических занятиях разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям предполагает следующие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работа с конспектом лекций; • подготовка ответов к контрольным вопросам; • просмотр рекомендуемой литературы.

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лабораторные занятия	не предусмотрены
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки других источников информации; подготовки к экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством (при участии) преподавателя. При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-20 / первый этап	Называет виды подобия, критерии подобия применительно к разрабатываемым математическим моделям узлов машин.	Вопросы устного собеседования	Перечень вопросов (8 вопросов)
	Осуществляет постановку цели исследований для разработки физических и математических моделей методами теории подобия и размерности.	Практическое задание	Варианты типовых задач (5 вариантов)
	Разрабатывает физические и математические модели исследуемых объектов с применением методов теории подобия и размерности.	Практическое задание	Варианты типовых задач (5 вариантов)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
		Устное собеседование
>86	5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу.
75 – 85	4 (хорошо)	Учитываются баллы, накопленные в течение семестра
61 – 74		Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.
51 - 60	3 (удовлетворительно)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
40 – 50		Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки.

1 – 16	рительно)	Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра
0		Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра

* **Существенные ошибки** – недостаточная глубина и осознанность ответа (например, студент не смог применить теоретические знания для объяснения явлений, для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и т.д.).

* **Несущественные ошибки** – неполнота ответа (например, упущение из вида какого-либо нехарактерного факта, дополнения при описании процесса, явления, закономерностей и т.д.); к ним могут быть отнесены оговорки, допущенные при невнимательности студента.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Натурное моделирование и проблемы обеспечения физического подобия при изменении масштаба объекта	1
2	Виды подобия, переход от характеристик, полученных на модели, к характеристикам исходного объекта.	2
3	Теория размерностей, теоремы Букингема и π-теорема.	3
4	Выбор безразмерных комбинаций значимых переменных	4
5	Теория подобия при обтекании твердого тела вязкой жидкостью.	5
6	Задача о вращении тонкого диска в вязкой жидкости.	6
7	Методика моделирования равновесия упругих конструкций.	7
8	Исследование эффективности работы демфера сухого трения	8

Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций не предусмотрены

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций не предусмотрен

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Анализ размерностей показывает, что период колебаний всей системы маятника определяется формулой $T = const \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ что такое <i>const</i> и как от него зависит период колебаний маятника любой длины ℓ .	При определении ℓ достаточно знания <i>const</i> – безразмерная величина размерности. Ее можно найти из единственного натурального эксперимента с маятником любой длины
2	Пусть $y = f(x_1, \dots, x_n)$. Обозначим через $y' = f(x'_1, \dots, x'_n)$. Численные значения y и y' зависят от единиц их измерения. Пусть	Очевидно, что $\frac{f(x_1 a, \dots, x_n a)}{f(x_1, \dots, x_n)} = \frac{f(x'_1 a, \dots, x'_n a)}{f(x'_1, \dots, x'_n)}$ или $\frac{y(a)}{y(\ell)} = \frac{y'(a)}{y'(\ell)} = \varphi(a).$

	$\frac{y}{y'} = \frac{f(x_1, \dots, x_n)}{f(x'_1, \dots, x'_n)} = \varphi(\alpha).$ <p>Найти вид $\varphi(\alpha)$ при различных единицах измерения.</p>	<p>Теперь $\frac{\varphi(a_1)}{\varphi(\ell)} = \varphi(\alpha_1), \frac{\varphi(a_2)}{\varphi(\ell)} = \varphi(\alpha_2),$</p> $\frac{\varphi(a_1)}{\varphi(a_2)} = \varphi\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right).$
3	<p>Написать ускорение в виде безразмерной величины, зная, что $g = 9.81 \text{ м/с}^2$</p>	<p>Пусть a – величина ускорения, тогда $n = \frac{a}{g}$ – перегрузка, безразмерная величина, одинаковая во всех единицах измерения</p>
4	<p>Написать размерность силы $[F]$ в физической системе единиц.</p>	$[F] = \frac{ML}{T^2} = K$ <p>M – размерность массы, кг; L – размерность длины, м; T – размерность времени, сек</p>
5	<p>Сколько независимых размерных величин в механике независимы?</p>	<p>Как правило, 3. Это L – длина, M – масса, T – время, но могут быть и их производные, например:</p> <p>L – длина, $\frac{L}{T}$ – скорость, $\frac{ML^2}{T^2}$ – независимы.</p> <p>Величины $L, \frac{L}{T}, \frac{L}{T^2}$ – ускорение, зависимы.</p>
6	<p>Показать, что с точки зрения теории размерности $\frac{\Delta \ell}{\ell}$ – безразмерная величина</p>	$\Delta \ell = \frac{F\ell}{ES} \text{ – закон Гука. } \frac{\Delta \ell}{\ell} = \frac{MLT^2L^2}{L^2MLT^2};$ <p>M, L, T – размерности массы, длины, времени</p>
7	<p>Исходя из теории размерности, показать справедливость постоянства энергии в автономной консервативной системе</p>	$E = V + T = P\Delta \ell + \frac{mv^2}{2} = \frac{ML^2}{T^2} + \frac{ML^2}{T^2} = const;$ <p>$P = mg, g = 9.81 \text{ м/с}^2$</p>

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче (экзамена, и порядок ликвидации академической задолженности)

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения экзамена

Не допускается использование текстов лекций и справочных материалов
Время на подготовку ответа на экзамене не превышает 40 мин.