

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра технологических машин
и оборудования нефтегазового
комплекса (ТМиОНК_ИНГ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра технологических машин
и оборудования нефтегазового
комплекса (ТМиОНК_ИНГ)**

наименование кафедры

д.т.н. Петровский Э.А.

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ПОДОБИЯ И
РАЗМЕРНОСТИ В МЕХАНИКЕ**

Дисциплина Б1.В.03 Методы подобия и размерности в механике

Направление подготовки /
специальность 15.04.02 Технологические машины и
оборудование программа подготовки
15 04 02 02 Надежность технологических

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

150000 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 15.04.02 Технологические машины и оборудование
программа подготовки 15.04.02.02 Надежность технологических машин
и оборудования нефтегазового комплекса

Программу к.т.н., доцент, Докшанин С.Г.
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является: освоение студентами магистратуры основ теории размерностей и подобия, а также методов моделирования для использования теорем и методов подобия при описании механических систем и исследовании динамических процессов, получение навыков использования законов физического подобия.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами, поставленными при изучении данной дисциплины, является обучение основам теории и практики моделирования (физического, аналогового, имитационного и математического), приобретение навыков применения законов физического подобия для проведения экспериментов при решении различных задач механики, умение проводить обработку результатов экспериментов математическими методами (в том числе методом планирования эксперимента), решение задач оптимизации изучаемых физико-механических процессов для различных механических систем, конструкций, материалов и смазочных материалов. Результатом изучения данной дисциплины будет являться:

1) ознакомление с гипотезами и представлениями о природе механических, физических и химических процессов, протекающих в материале контактирующих тел, а также освещение основных закономерностей, влияющих на изменение внешних и внутренних усилий, температур, состояния поверхности и других выходных параметров узлов и механизмов, представленных в виде моделей;

2) обучение общим методам анализа результатов экспериментальных исследований, решению практических задач в области теории размерности и подобия, использованию современных информационных технологий для построения различных моделей;

3) формирование навыков пользования технической справочной литературой и современной вычислительной техники, а также общенаучных и профессиональных компетенций, которыми должен обладать магистр в современных условиях.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ДПК-2: способностью составлять описания принципов действия и устройства
--

проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	
Уровень 1	Подобные и метрические преобразования физических величин; Геометрическое, временное, кинематическое и динамическое подобие.
Уровень 1	Использовать возможности общей теории размерности в различных задачах механики (в первую очередь - механики жидкости и газа); Определять безразмерные комплексы (критерии подобия).
Уровень 1	Навыками использования формул размерности в различных системах единиц измерения; Навыками проведения анализа размерностей с применением П-теоремы.
ОПК-1: способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении);	
Уровень 1	Критерии и индикаторы подобия; Теоремы подобия, размерности физических величин.
Уровень 1	Применять метод подобия при моделировании процессов и явлений в различных областях механики, связанных с установившимся и неустановившимся движением жидкостей и газов.
Уровень 1	Преобразованием физических уравнений и нахождения критериев и индикаторов подобия, необходимых и достаточных условий подобия.
ПК-1: способностью разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, систем и нестандартного оборудования и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку	
Уровень 1	Математические основы построения моделей в исследуемой проблемной области.
Уровень 2	Методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
Уровень 1	Разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективных вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий.
Уровень 2	Физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты.
Уровень 1	Методами и приёмами самостоятельного мышления при выборе моделей и алгоритмов оптимизации для решения инженерных задач.
Уровень 2	Методами работы с системами автоматизированного моделирования и проектирования систем.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как последующее:

Математическое моделирование и оптимизация технологических машин нефтегазового комплекса

Оценка и анализ рисков в технологических системах

Прикладной анализ случайных величин

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Спецглавы механики жидкости и газа

Теоретические основы надежности технологических машин и оборудования НГК

Управление техническими системами

Методы прогнозирования надежности и ресурса машин и оборудования

Основы мехатроники

Основы научных исследований

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=11372>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	3 (108)	3 (108)
Контактная работа с преподавателем:	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия лекционного типа	0,22 (8)	0,22 (8)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	0,28 (10)	0,28 (10)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1,5 (54)	1,5 (54)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Теория размерностей	2	0	2	12	ДПК-2 ОПК-1 ПК-1
2	Теория подобия.	2	0	2	12	ДПК-2 ОПК-1 ПК-1
3	Подобие в гидравлике и теплопроводности	2	0	2	12	ДПК-2 ОПК-1 ПК-1
4	Практическое приложение методов теории подобия	2	0	4	18	ДПК-2 ОПК-1 ПК-1
Всего		8	0	10	54	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Теория размерностей. Единицы измерения. Системы единиц измерения. Алгебраический метод построения безразмерных комплексов	2	0	0

2	2	Подобие в математике. Подобие в физике. Критерии подобия. Теоремы подобия. Метод приведения. Критериальные уравнения и их получение	2	0	0
3	3	Подобие в гидравлике и теплопроводности	2	0	0
4	4	Практическое приложение методов теории подобия	2	0	0
Всего			8	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Получение безразмерных комплексов алгебраическим методом.	2	0	0
2	2	Построение критериальных уравнений.	2	0	0
3	3	Моделирование в теплообмене. Критерии теплообмена.	2	0	0
4	4	Приближенное подобие при упругих деформациях	2	0	0
5	4	Подобие при динамическом действии нагрузок	2	0	0
Всего			10	0	0

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Докшанин С. Г.	Методы подобия и размерности в механике: учеб-метод. пособие [для студентов программы подгот. 151000.68.02 «Надежность технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса»]	Красноярск: СФУ, 2013
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Рожков В. П.	Моделирование геологоразведочных процессов. Теория подобия и анализ размерностей.: учебное пособие для специальности 080700 "Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых"	Красноярск: Красноярская академия цветных металлов и золота [ГАЦМиЗ], 2001
Л2.2	Седов Л. И.	Методы подобия и размерности в механике: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987
Л2.3	Авдуевский В. С., Мельников В. А., Северцев Н. А.	Надежность и эффективность в технике: Т. 4. Методы подобия в надежности: справочник : в 10-ти т.	Москва: Машиностроение, 1987
Л2.4	Веников В.А., Веников Г.В.	Теория подобия и моделирования: (Применительно к задачам электроэнергетики): Учеб. для вузов по спец. "Кибернетика электр. систем"	Москва: Высшая школа, 1984
Л2.5	Чистяков В. В.	Методы подобия и размерностей в литейной гидравлике	Москва: Машиностроение, 1990
Л2.6	Седов Л. И., Мельникова Н. С.	Методы подобия и размерности в механике: научное издание	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1967
Л2.7	Силин С. С.	Метод подобия при резании материалов	Москва: Машиностроение, 1979

Л2.8	Седов Л. И.	Методы подобия и размерности в механике: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981
Л2.9	Биркгоф Г., Погребыский И.Б., Гуревич М.И., Смирнов В.А.	Гидродинамика. Методы. Факты. Подобие	Москва: Изд-во иностр. лит., 1963
Л2.1 0	Попов Ю. Н., Прилепский Р. К., Скуба В. Н., Бейлин А. Ю.	Основы нелинейной теории подобия пневматических бурильных машин	Новосибирск: Наука, 1979
Л2.1 1	Лобасова М. С.	Тепломассообмен. Основы теории подобия. Курс лекций: учебно-методическое пособие [для студентов напр. подготовки бакалавров 03.03.02 «Физика», 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», 14.03.02 «Ядерные физика и технологии», 16.03.01 «Техническая физика». Рекомендуется для магистрантов укрупненных групп 03.00.00 «Физика и астрономия», 14.00.00 «Ядерная энергетика и технологии», 16.00.00 «Физико-технические науки и технологии», а также для аспирантов напр. 03.06.01 «Физика и астрономия» по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника»]	Красноярск: СФУ, 2016
Л2.1 2	Кутателадзе С. С., Ярыгина Н. И.	Анализ подобия в теплофизике	Новосибирск: Наука, 1982

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести

конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки. С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по литературе, необходимой для освоения дисциплины, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект, литература и ресурсы сети «Интернет», необходимым для освоения дисциплины, используются при подготовке к лабораторным занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме при этом являются средством самоконтроля. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала, для чего студенту также следует обратиться к литературе и ресурсам сети «Интернет» (при наличии), которые необходимы для освоения дисциплины. Обращение к ранее изученному и дополнительному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их.

Методические указания по выполнению лабораторных работ приводятся в соответствующих элементах учебно-методического комплекса по дисциплине. Все учебно-методические материалы предоставляются как в печатном, так и в электронном видах.

При подготовке к экзамену студенту рекомендуется повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на экзамен.

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	1. Microsoft® Windows Professional 7
9.1.2	2. Microsoft® Office Professional Plus 2010
9.1.3	3. MathWORKS MathLAB
9.1.4	4. PTC MathCAD
9.1.5	5. Компас 3D
9.1.6	6. ESET NOD32 Antivirus Business Edition
9.1.7	7. Adobe Acrobat Pro Extended 9.0
9.1.8	

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1. Электронная библиотечная система «СФУ»;
9.2.2	2. Политематическая электронно-библиотечная система «Znaniium» изд-ва «Инфра-М»;
9.2.3	3. Политематическая электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
9.2.4	4. Политематическая БД российских диссертаций Российской государственной библиотеки;
9.2.5	5. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;
9.2.6	6. БД нормативно-правовой информации «Консультант плюс»;
9.2.7	7. Российские научные журналы на платформе elibrary.ru;
9.2.8	8. Российская БД нормативно-технической документации «NormaCS».

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

- Специализированная мебель: аудиторные столы и стулья; аудиторная доска.
- Технические средства обучения: проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:

- Специализированная мебель: аудиторные столы и стулья; аудиторная доска.
- Технические средства обучения: проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Помещение для самостоятельной работы:

- Специализированная мебель: аудиторные столы и стулья, аудиторная доска, 12 компьютеров с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:

Специализированная мебель: аудиторные столы и стулья; аудиторная доска.

Технические средства обучения: проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.