

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.02 Методы подобия и размерности в механике

Направление подготовки /
специальность

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

150000 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Программу
составили

к.т.н., доцент, Докшанин С.Г.

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

ПК-2:Способен исследовать и оптимизировать процессы инжинирингового обеспечения производства на этапах жизненного цикла
--

ПК-2.1: Знать основные этапы жизненного цикла продукции машиностроения; основы маркетинга; технология машиностроения в объеме выполняемых работ; способы и методы моделирования изделия; передовые отечественные и зарубежные технологии в области машиностроения; производственная логистика; основы организации производства; основы нормирования труда на производстве; производственная и организационная структура организации; номенклатура продукции машиностроения, выпускаемой организацией; этапы разработки технического задания на производство продукции машиностроения; правила оформления конструкторской и технологической документации; технологическое оборудование, используемое на производстве, рабочие характеристики, принцип работы; виды технологического оборудования, технологической оснастки и их назначения; методы упрочнения материалов, нанесения покрытий; термическая обработка материалов; прикладной инструментарий твердотельного моделирования; единая система конструкторской документации; единая система технологической документации; международные стандарты системы управления качеством продукции международной организация по стандартизации; единая система технологической подготовки производства; системы автоматизированного проектирования: наименования, возможности и порядок работы в них; автоматизированные системы создания электронных библиотек: наименования, возможности и порядок работы с ними; автоматизированные системы управления организацией: возможности и порядок работы в них; автоматизированные системы управления жизненным циклом продукции: наименования, возможности и порядок работы в них; автоматизированные системы проектирования и управления данными: наименования, возможности и порядок работы в них; автоматизированные системы инженерных расчетов: наименования, возможности и порядок работы в них; автоматизированная система управления взаимоотношениями с клиентами: наименования, возможности и порядок работы в них; электронные справочные системы и библиотеки: наименования, возможности и порядок работы в них; порядок работы с электронным архивом технической документации; порядок утилизации продукции машиностроения и правила оформления документации по утилизации.

Уровень 1	Подобные и метрические преобразования физических величин; Геометрическое, временное, кинематическое и динамическое подобие.
Уровень 2	Критерии и индикаторы подобия; Теоремы подобия, размерности физических величин.
Уровень 1	Использовать возможности общей теории размерности в различных задачах механики (в первую очередь - механики жидкости и газа); Определять безразмерные комплексы (критерии подобия).
Уровень 2	Применять метод подобия при моделировании процессов и явлений в различных областях механики, связанных с установившимся и неустановившимся движением жидкостей и газов.
Уровень 1	Навыками использования формул размерности в различных системах единиц измерения; Навыками проведения анализа размерностей с применением П-теоремы.
Уровень 2	Преобразованием физических уравнений и нахождения критериев и индикаторов подобия, необходимых и достаточных условий подобия.

ПК-2.2: Уметь оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных о продукции машиностроения, используя системы управления данными; вести электронный документооборот; использовать программные продукты по обеспечению жизненного цикла продукции машиностроения; разрабатывать техническое задание на производство продукции машиностроения; разрабатывать техническое задание на конструкторскую документацию; читать конструкторскую и технологическую документацию, в том числе используя системы автоматизированного проектирования и системы автоматизированной технологической подготовки производства; корректировать конструкторскую и технологическую документацию; планировать и контролировать проведение испытаний продукции машиностроения, в том числе с использованием прикладных программ статистического анализа; проводить мероприятия по реновации продукции машиностроения; разрабатывать предложения по установлению и корректировке гарантийных сроков эксплуатации продукции машиностроения; проводить мероприятия, направленные на повышение качества изготавливаемой продукции машиностроения; проводить мероприятия по продлению жизненного цикла продукции машиностроения; обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных производственных задач; использовать электронные справочные системы и библиотеки, электронные архивы для выявления перспективных и устаревших изделий, конструкций, технологических процессов; разрабатывать модели жизненного цикла продукции машиностроения; организовывать сервисное обслуживание и ремонт продукции машиностроения; обосновывать процесс утилизации продукции машиностроения.

Уровень 1	Критерии и индикаторы подобия; Теоремы подобия, размерности физических величин.
Уровень 2	Формулы размерностей физических величин; Подобные преобразования дифференциальных уравнений, начальных (граничных) условий.
Уровень 1	Использовать возможности общей теории размерности в различных задачах механики (в первую очередь - механики жидкости и газа); Определять безразмерные комплексы (критерии подобия).
Уровень 2	Находить условия подобия механических систем; Находить условия подобия упругих тел, находящихся под действием внешних сил; находить зависимости между параметрами системы.
Уровень 1	Преобразованием физических уравнений и нахождением критериев и индикаторов подобия, необходимых и достаточных условий подобия.
Уровень 2	Умением составлять формулы размерностей различных физических величин.

ПК-2.3: Владеть навыками организации внутрипроизводственной логистики; управления жизненным циклом продукции машиностроения на этапе проектирования; управления жизненным циклом продукции машиностроения на этапе разработки конструкторской и технологической документации; контроля процесса подготовки продукции машиностроения к постановке на производство; управления жизненным циклом продукции машиностроения на этапе производства; управления жизненным циклом продукции машиностроения на этапе эксплуатации; организации сервисной поддержки

продукции машиностроения; управления реновационными технологиями производства продукции машиностроения; контроля процесса утилизации продукции машиностроения; организации взаимосвязи стадий жизненного цикла продукции машиностроения.	
Уровень 1	Критерии и индикаторы подобия; Теоремы подобия, размерности физических величин.
Уровень 2	Формулы размерностей физических величин; Подобные преобразования дифференциальных уравнений, начальных (граничных) условий.
Уровень 1	Применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач моделирования.
Уровень 2	Находить условия подобия механических систем; Находить условия подобия упругих тел, находящихся под действием внешних сил; находить зависимости между параметрами системы.
Уровень 1	Методикой нахождения необходимых и достаточных условий подобия механических систем; зависимостей между величинами, входящими в критерии подобия.
Уровень 2	Навыками подобных преобразований (физических и метрических) величин; функций, производных, уравнений, отражающих те или иные физические процессы и явления.
ПК-5:Способен осуществлять автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей из конструкционных, инструментальных, коррозионно-стойких сталей, чугунов различных видов, цветных сплавов, обрабатываемых резанием	
ПК-5.1:Знать основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД -системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2d- и 3d-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности; последовательность действий при оценке технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; критерии качественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; основные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; процедуры согласования и утверждения предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; функциональные возможности и особенности работы в pdm- и erp-системах, используемых в организации.	
Уровень 1	Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областяхметоды критического анализа и оценки современных научных достижений.
Уровень 2	Методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
Уровень 1	Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов.

Уровень 2	Физически корректно ставить задачи теоретической и прикладной механики, выбирать методы их анализа и решения, представлять и интерпретировать полученные результаты.
Уровень 1	Методами математического моделирования.
Уровень 2	Методами и приёмами самостоятельного мышления при выборе моделей и алгоритмов оптимизации для решения инженерных задач.
ПК-5.2: Уметь использовать cad-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разрабатывать с применением cad-систем предложения по повышению технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать основные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по повышению технологичности конструкции деталей машиностроения, внесенные специалистами более низкой квалификации.	
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.
ПК-5.3: Владеть навыками анализа с применением cad-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; качественной и количественной оценка технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разработки с применением cad-систем предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.	
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 системы компьютерного и имитационного моделирования.
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.
ПК-5.4: Знать основные принципы работы в современных cad-системах; современные cad-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2d- и 3d-моделей машиностроительных изделий высокой сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности; последовательность действий при оценке технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; критерии качественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; основные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; процедуры согласования и утверждения предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий высокой сложности с целью повышения их технологичности; функциональные возможности и особенности работы системах, используемых в организации pdm- и erp-системах, используемых в организации.	
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	Адекватно подойти к проблеме компьютерного моделирования и исследования рассматриваемого физического явления; Сформулировать цель выбрать методы моделирования и уметь оценить адекватность полученных результатов реальным протекающим процессам.
Уровень 2	Самостоятельно работать со специальной математической литературой, посвященной механике деформируемого твердого тела и механике жидкости и газа.
Уровень 1	Методами планирования процессов решения научно-технических задач.
Уровень 2	Методами работы с системами автоматизированного моделирования и проектирования систем.
ПК-5.5: Уметь использовать cad-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; разрабатывать с применением cad-систем предложения по повышению технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; рассчитывать основные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; рассчитывать вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; оценивать предложения по повышению технологичности конструкции деталей машиностроения, внесенные специалистами более низкой квалификации.	
Уровень 1	Актуальные проблемы механики сплошных сред, теории упругости, пластичности и вязкоупругости, гидродинамической устойчивости и турбулентности, гидродинамики многофазных сред, неньютоновских жидкостей и жидкостей с особыми свойствами.
Уровень 2	Математические основы построения моделей в исследуемой

	проблемной области.
Уровень 1	Адекватно подойти к проблеме компьютерного моделирования и исследования рассматриваемого физического явления.
Уровень 2	Самостоятельно работать со специальной математической литературой, посвященной механике деформируемого твердого тела и механике жидкости и газа.
Уровень 1	Интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности.
Уровень 2	Методами работы с системами автоматизированного моделирования и проектирования систем.
ПК-5.6: Владеть навыками анализа с применением cad-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; качественной и количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий высокой сложности; разработки с применением cad-систем предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий высокой сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.	
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	Адекватно подойти к проблеме компьютерного моделирования и исследования рассматриваемого физического явления.
Уровень 1	Методами работы с системами автоматизированного моделирования и проектирования систем.
Уровень 2	Интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности.

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:

Теоретические основы надежности технологических машин и оборудования НГК

Управление техническими системами

Основы научных исследований

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	2,93 (105,6)	2,93 (105,6)
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:	0,01 (0,4)	0,01 (0,4)
групповые занятия		
индивидуальные занятия	0,01 (0,4)	0,01 (0,4)
Самостоятельная работа обучающихся:	1,49 (53,6)	1,49 (53,6)
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)	0,93 (33,6)	0,93 (33,6)

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	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-5.2
2	Теория подобия.	2	0	2	12	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-5.2
3	Подобие в гидравлике и теплопроводности	2	0	2	12	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-5.2
4	Практическое приложение методов теории подобия	2	0	4	17,600000 3814697	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-5.2
Всего		8	0	10	53,6	

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 acad. 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 acad. 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 прочесть записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочесть 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 «Znanium» 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.