

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

Э.А. Петровский

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ И  
ОПТИМИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН  
НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

Дисциплина Б1.О.09 Математическое моделирование и оптимизация  
технологических машин нефтегазового комплекса

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, Бухтояров В.В.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов базовых знаний в области создания математических моделей процессов, сопровождающих конструирование и функционирование узлов и деталей машин и оборудования нефтегазового комплекса, включая декомпозицию системы, выбор математических схем модели, задание исходной информации для моделирования, выполнение алгоритмизации модели, выбора технических и программных средств реализации модели объекту-оригиналу.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Формирование у студентов элементов компетенций, необходимых для проведения исследований по направлению магистерской диссертации и будущей профессиональной деятельности в следующих областях

- о сложной технической системе (СТС) и ее показателях, системах нефтегазового комплекса (НГК);
- о режимах функционирования и управлении в СТС и системах автоматизации;
- о классах, видах моделей и моделирования систем;
- о физических моделях подобия, натуральных и аналоговых;
- о математических схемах моделей;
- об устройстве и применении при моделировании аналоговых вычислительных машин и гибридных вычислительных комплексов;

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

<b>УК-2:Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>	
<b>УК-2.1:Знает закономерности управления проектами; методы анализа комплекса показателей эффективности технических разработок; основы производственной деятельности и внедрения результатов реализации проектов в производство по выпуску перспективных и конкурентоспособных изделий; перечень нормативных отраслевых документов.</b>	
Уровень 1	перечень нормативных отраслевых документов, закономерности управления проектами, методы анализа комплекса показателей эффективности технических разработок, основы производственной деятельности и внедрения результатов реализации проектов в производство по выпуску перспективных и конкурентоспособных

	изделий
Уровень 1	применять перечень нормативных отраслевых документов, использовать закономерности управления проектами и методы анализа комплекса показателей эффективности технических разработок, внедрять результаты реализации проектов в производство по выпуску перспективных и конкурентоспособных изделий
Уровень 1	навыками применения перечня нормативных отраслевых документов, использования закономерностей управления проектами и методов анализа комплекса показателей эффективности технических разработок, внедрения результатов реализации проектов в производство по выпуску перспективных и конкурентоспособных изделий
<p><b>УК-2.2: Умеет разрабатывать стратегические и тактические планы обнаруживать многофакторное воздействие внешнего окружения на определение цели и стратегии реализации проектов во взаимодействии с этим окружением; разрабатывать процедуры системы риск-менеджмента, необходимой для реализации проектов; разрабатывать стратегические и тактические планы; обнаруживать многофакторное воздействие внешнего окружения на определение цели проекта; выбирать подходы к проектированию работ и организаций; Осуществлять подготовку заданий и отзывов на разработку проектных решений, эскизных и технических проектов.</b></p>	
Уровень 1	основы разработки стратегических и тактических планов, обнаружения многофакторного воздействия внешнего окружения на определение цели и стратегии реализации проектов во взаимодействии с этим окружением; процедуры системы риск-менеджмента; основы обнаружения многофакторного воздействия внешнего окружения на определение цели проекта; подходы к проектированию работ и организаций; основы подготовки заданий и отзывов на разработку проектных решений, эскизных и технических проектов.
Уровень 1	разрабатывать стратегические и тактические планы, обнаруживать многофакторное воздействие внешнего окружения на определение цели и стратегии реализации проектов во взаимодействии с этим окружением; разрабатывать процедуры системы риск-менеджмента, необходимой для реализации проектов; выбирать подходы к проектированию работ и организаций; осуществлять подготовку заданий и отзывов на разработку проектных решений, эскизных и технических проектов.
Уровень 1	навыками: разработки стратегических и тактических планов, обнаружения многофакторного воздействия внешнего окружения на определение цели и стратегии реализации проектов во взаимодействии с этим окружением; разработки процедуры системы риск-менеджмента, необходимой для реализации проектов; выбора подходов к проектированию работ и организаций; осуществления подготовки заданий и отзывов на разработку проектных решений, эскизных и технических проектов.
<p><b>УК-2.3: Владеет навыками разработки бюджетов как краткосрочного, так и долгосрочного; навыками применения методами прогнозирования при оценке качества и эксплуатационного ресурса сложных техногенных систем; навыками</b></p>	

<b>бизнес-планирования выпуска продукции; навыками оценки эффективности производственной деятельности.</b>	
Уровень 1	методы прогнозирования при оценке качества и эксплуатационного ресурса сложных техногенных систем; основы бизнес-планирования выпуска продукции; методы оценки эффективности производственной деятельности; методы разработки краткосрочного и долгосрочного бюджетов.
Уровень 1	делать прогнозы при оценке качества и эксплуатационного ресурса сложных техногенных систем; планировать выпуск продукции; оценивать эффективность производственной деятельности; разрабатывать краткосрочный и долгосрочный бюджеты.
Уровень 1	навыками применения методов прогнозирования при оценке качества и эксплуатационного ресурса сложных техногенных систем; навыками бизнес-планирования выпуска продукции; навыками оценки эффективности производственной деятельности; навыками разработки краткосрочного и долгосрочного бюджетов.
<b>ОПК-5:Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;</b>	
<b>ОПК-5.1:Знает виды моделей и методы моделирования систем; идеи автомодельности с группой преобразования решений; построение математической модели накопления поврежденности; способы определения критериев подобия (анализ уравнений, анализ размерностей) сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков; методы математической статистики и основы обработки численных данных.</b>	
Уровень 1	виды моделей и методы моделирования систем; идеи автомодельности с группой преобразования решений; построение математической модели накопления поврежденности; способы определения критериев подобия (анализ уравнений, анализ размерностей) сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков; методы математической статистики и основы обработки численных данных.
Уровень 1	выбирать концептуальную модель, способ моделирования, подготавливать исходные данные для моделирования; определять критерии подобия для различных механических систем на основе теорем подобия; использовать анализ размерностей для установления функциональной связи между физическими величинами; применять анализ размерностей физических величин для проверки формул и уравнений, полученных в ходе теоретических выводов
Уровень 1	навыками построения и использования моделей технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса; навыками представления и задания необходимых параметров для создания моделей различного вида механических систем методикой установления подобия объектов
<b>ОПК-5.2:Умеет выбирать концептуальную модель, способ моделирования, подготавливать исходные данные для моделирования; определять критерии подобия для различных механических систем на основе теорем подобия; использовать анализ размерностей для установления функциональной связи между физическими величинами; применять анализ размерностей физических величин для проверки формул и уравнений, полученных в ходе теоретических</b>	

<b>ВЫВОДОВ;</b>	
Уровень 1	виды моделей и методы моделирования систем; идеи автомодельности с группой преобразования решений; построение математической модели накопления поврежденности; способы определения критериев подобия (анализ уравнений, анализ размерностей) сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков; методы математической статистики и основы обработки численных данных.
Уровень 1	выбирать концептуальную модель, способ моделирования, подготавливать исходные данные для моделирования; определять критерии подобия для различных механических систем на основе теорем подобия; использовать анализ размерностей для установления функциональной связи между физическими величинами; применять анализ размерностей физических величин для проверки формул и уравнений, полученных в ходе теоретических выводов
Уровень 1	навыками построения и использования моделей технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса; навыками представления и задания необходимых параметров для создания моделей различного вида механических систем методикой установления подобия объектов
<b>ОПК-5.3: Владеет навыками построения и использования моделей технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса; навыками представления и задания необходимых параметров для создания моделей различного вида механических систем методикой установления подобия объектов.</b>	
Уровень 1	виды моделей и методы моделирования систем; идеи автомодельности с группой преобразования решений; построение математической модели накопления поврежденности; способы определения критериев подобия (анализ уравнений, анализ размерностей) сущность геометрического, кинематического и динамического подобия потоков; методы математической статистики и основы обработки численных данных.
Уровень 1	выбирать концептуальную модель, способ моделирования, подготавливать исходные данные для моделирования; определять критерии подобия для различных механических систем на основе теорем подобия; использовать анализ размерностей для установления функциональной связи между физическими величинами; применять анализ размерностей физических величин для проверки формул и уравнений, полученных в ходе теоретических выводов
Уровень 1	навыками построения и использования моделей технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса; навыками представления и задания необходимых параметров для создания моделей различного вида механических систем методикой установления подобия объектов
<b>ОПК-9: Способен разрабатывать новое технологическое оборудование;</b>	
<b>ОПК-9.1: Знает теоретические основы формирования основных эксплуатационных свойств деталей; методы и решения повышения качества и надежности технологического оборудования; методы прогнозирования и обеспечения заданного уровня качества продукции, используемые на различных этапах её жизненного цикла.</b>	

Уровень 1	теоретические основы формирования основных эксплуатационных свойств деталей; методы и решения повышения качества и надежности технологического оборудования; методы прогнозирования и обеспечения заданного уровня качества продукции, используемые на различных этапах её жизненного цикла.
Уровень 1	выбирать термическую обработку изделий для конкретных условий эксплуатации и обосновано выбирать материал; выбирать оптимальные проектные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости; использовать методы оценки свойств технологического и изменения качества продукции в процессе их эксплуатации на различных этапах жизненного цикла.
Уровень 1	способностью выбирать оптимальные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства; навыками разработки методов обеспечения заданного качества и надежности технологического оборудования на различных этапах жизненного цикла.
<b>ОПК-9.2: Умеет выбирать термическую обработку изделий для конкретных условий эксплуатации и обосновано выбирать материал; выбирать оптимальные проектные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости; использовать методы оценки свойств технологического и изменения качества продукции в процессе их эксплуатации на различных этапах жизненного цикла.</b>	
Уровень 1	теоретические основы формирования основных эксплуатационных свойств деталей; методы и решения повышения качества и надежности технологического оборудования; методы прогнозирования и обеспечения заданного уровня качества продукции, используемые на различных этапах её жизненного цикла.
Уровень 1	выбирать термическую обработку изделий для конкретных условий эксплуатации и обосновано выбирать материал; выбирать оптимальные проектные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости; использовать методы оценки свойств технологического и изменения качества продукции в процессе их эксплуатации на различных этапах жизненного цикла.
Уровень 1	способностью выбирать оптимальные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства; навыками разработки методов обеспечения заданного качества и надежности технологического оборудования на различных этапах жизненного цикла.
<b>ОПК-9.3: Владеет способностью выбирать оптимальные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства; навыками разработки методов обеспечения заданного качества и надежности технологического оборудования на различных этапах жизненного цикла.</b>	

Уровень 1	теоретические основы формирования основных эксплуатационных свойств деталей; методы и решения повышения качества и надежности технологического оборудования; методы прогнозирования и обеспечения заданного уровня качества продукции, используемые на различных этапах её жизненного цикла.
Уровень 1	выбирать термическую обработку изделий для конкретных условий эксплуатации и обосновано выбирать материал; выбирать оптимальные проектные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости; использовать методы оценки свойств технологического и изменения качества продукции в процессе их эксплуатации на различных этапах жизненного цикла.
Уровень 1	способностью выбирать оптимальные решения при создании технологического оборудования с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства; навыками разработки методов обеспечения заданного качества и надежности технологического оборудования на различных этапах жизненного цикла.
<b>ОПК-13:Способен разрабатывать и применять современные цифровые программы проектирования технологических машин и оборудования, алгоритмы моделирования их работы и испытания их работоспособности;</b>	
<b>ОПК-13.1:Знает прикладные программные средства и средства специального назначения, используемые для проектирования, исследования и анализа надежности технологических машин и оборудования; методы и средства испытаний, оценки и анализа технологических решений, использующиеся на этапе проектирования технологических машин и оборудования; методы решения задач оптимизации различных типов, включая методы условной и безусловной оптимизации, методы однокритериальной и многокритериальной оптимизации.</b>	
Уровень 1	прикладные программные средства и средства специального назначения, используемые для проектирования, исследования и анализа надежности технологических машин и оборудования; методы и средства испытаний, оценки и анализа технологических решений, использующиеся на этапе проектирования технологических машин и оборудования; методы решения задач оптимизации различных типов, включая методы условной и безусловной оптимизации, методы однокритериальной и многокритериальной оптимизации.
Уровень 1	применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования; применять методы оптимизации и планирования производства на этапе проектирования и испытаний изделий машиностроения.
Уровень 1	навыками проведения расчетов и создания эскизных и рабочих проектов на выпуск элементов технологических машин и оборудования; навыками использования современных САПР для разработки проектных решений по элементам технологического



	оборудования; навыками использования прикладных программных пакетов решения задач оптимизации общего и профессионального назначения в области создания машин нефтегазового комплекса и анализа их надежности.
<b>ОПК-13.2: Умеет применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования; применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования; применять методы оптимизации и планирования производства на этапе проектирования и испытаний изделий машиностроения.</b>	
Уровень 1	прикладные программные средства и средства специального назначения, используемые для проектирования, исследования и анализа надежности технологических машин и оборудования; методы и средства испытаний, оценки и анализа технологических решений, используемые на этапе проектирования технологических машин и оборудования; методы решения задач оптимизации различных типов, включая методы условной и безусловной оптимизации, методы однокритериальной и многокритериальной оптимизации.
Уровень 1	применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования; применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования; применять методы оптимизации и планирования производства на этапе проектирования и испытаний изделий машиностроения.
Уровень 1	навыками проведения расчетов и создания эскизных и рабочих проектов на выпуск элементов технологических машин и оборудования; навыками использования современных САПР для разработки проектных решений по элементам технологического оборудования; навыками использования прикладных программных пакетов решения задач оптимизации общего и профессионального назначения в области создания машин нефтегазового комплекса и анализа их надежности.
<b>ОПК-13.3: Владеет навыками проведения расчетов и создания эскизных и рабочих проектов на выпуск элементов технологических машин и оборудования; навыками использования современных САПР для разработки проектных решений по элементам технологического оборудования; навыками использования прикладных программных пакетов решения задач оптимизации общего и профессионального назначения в области создания машин нефтегазового комплекса и анализа их надежности.</b>	
Уровень 1	прикладные программные средства и средства специального назначения, используемые для проектирования, исследования и анализа надежности технологических машин и оборудования; методы и средства испытаний, оценки и анализа технологических решений, используемые на этапе проектирования технологических машин и оборудования; методы решения задач оптимизации различных типов, включая методы условной и безусловной оптимизации, методы однокритериальной и многокритериальной оптимизации.

Уровень 1	применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования применять современные средства автоматизации, CAD/CAM/CAE системы для решения практических задач в процессе проектирования; применять методы оптимизации и планирования производства на этапе проектирования и испытаний изделий машиностроения.
Уровень 1	навыками проведения расчетов и создания эскизных и рабочих проектов на выпуск элементов технологических машин и оборудования; навыками использования современных САПР для разработки проектных решений по элементам технологического оборудования; навыками использования прикладных программных пакетов решения задач оптимизации общего и профессионального назначения в области создания машин нефтегазового комплекса и анализа их надежности.

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Дисциплины программ бакалавриата и специалитета.

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

Научно-исследовательская работа

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа

#### 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
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4,85 (174,6)</b>	<b>4,85 (174,6)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,39 (50)</b>	<b>1,39 (50)</b>
занятия лекционного типа	0,39 (14)	0,39 (14)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:	0,02 (0,7)	0,02 (0,7)
групповые занятия		
индивидуальные занятия	0,02 (0,7)	0,02 (0,7)
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,51 (90,3)</b>	<b>2,51 (90,3)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Да
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>0,93 (33,6)</b>	<b>0,93 (33,6)</b>

### 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	Основные понятия теории моделирования систем	1,5	0	0	10	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
2	Элементы теории сложных технических систем. Технологические машины нефтегазового комплекса как сложная техническая система	1,5	0	0	10	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
3	Физические модели	1	0	0	6	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3

4	Математические модели систем	1	14	0	6	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
5	Статистическое моделирование технических систем на ЭВМ	2	0	0	14	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
6	Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем	3	0	0	18	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
7	Инструментальные средства моделирования	1	12	0	6	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
8	Элементы теории методов оптимизации	3	10	0	20,299999 2370605	ОПК-13.1 ОПК-13.2 ОПК-13.3 ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-9.1 ОПК-9.2 ОПК-9.3 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3
Всего		14	36	0	90,3	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№	№ раздела	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	-----------	----------------------	---------------------

п/п	дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение в моделирование	0,5	0	0
2	1	Понятия модели и моделирования. Математические модели. Особенности моделирования систем.	1	0	1
3	2	Понятие сложной технической системы.	0,5	0	0,5
4	2	Свойства и показатели функционирования сложных технических систем.	1	0	0,5
5	3	Физические модели подобия	0,5	0	0,5
6	3	Натурное моделирование	0,5	0	0,5
7	4	Аналитические математические модели, принципы построения и математические схемы моделирования	0,5	0	0,5
8	4	Имитационное моделирование	0,5	0	0,5
9	5	Общая характеристика метода статистического моделирования на ЭВМ	1	0	1
10	5	Модели статистических испытаний	1	0	1
11	6	Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем.	2	0	0
12	6	Построение концептуальных моделей и их формализация	1	0	0
13	7	Основы систематизации и сравнительный анализ языков имитационного моделирования	0,5	0	0
14	7	Характеристики среды моделирования Simulink	0,5	0	0

15	8	Задача безусловной оптимизации	1	0	0
16	8	Многокритериальная оптимизация. Оптимизация функций нескольких переменных	2	0	0
Всего			14	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
1	4	Построение математических моделей основных элементов технологических машин нефтегазового комплекса,	14	0	0
2	7	Применение теории систем массового обслуживания для моделирования процессов в технологических машинах нефтегазового комплекса,	6	0	0
3	7	Построение моделей элементов технологических машин в пакетах прикладных программ моделирования,	6	0	0
4	8	Оптимизация элементов технологических машин нефтегазового комплекса с использованием пакетов прикладных программ,	10	0	0
Всего			36	0	0

### 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
Всего					

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Демиденко Н.Д., Кулагина Л.В.	Моделирование и оптимизация технических систем с распределенными параметрами: учебное пособие.; допущено МО и науки РФ	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006

#### 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	Тимохин А. Н., Румянцев Ю. Д., Тимохин А. Н.	Моделирование систем управления с применением Matlab: учебное пособие	Москва: ИНФРА-М, 2017
Л1.2	Соболев А. Н., Схиртладзе А. Г., Некрасов А. Я.	Теория механизмов и машин (проектирование и моделирование механизмов и их элементов): Учебник	Москва: ООО "КУРС", 2016
Л1.3	Косенко И. И., Николаев А. В., Кузнецова Л. В., Олейник А. В.	Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие	Москва: Издательский дом "Альфа-М", 2016
Л1.4	Ефремов Г. И.	Моделирование химико-технологических процессов: Учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017
Л1.5	Волкова В. Н.	Моделирование систем и процессов. Практикум: Учебное пособие	М.: Издательство Юрайт, 2016
Л1.6	Кабалдин Ю. Г., Кретинин О. В., Шатагин Д. А., Кузьмишина А. М.	Повышение эффективности процессов механообработки на основе подходов искусственного интеллекта и нелинейной динамики: учебное пособие	Москва: Машиностроение, 2018
Л1.7	Пенькова Т. Г., Вайнштейн Ю. В.	Модели и методы искусственного интеллекта: учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2019



6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Горенский Б. М.	Математическое моделирование и оптимизация технологических систем в цветной металлургии: учебное пособие	Красноярск: Красноярский институт цветных металлов им. М.И. Калинина (КИЦМ), 1994
Л2.2	Фридман Г. Ш.	Моделирование и оптимизация систем сложной структуры: межведомственный тематический сборник научных трудов	Омск: Омский университет [ОмГУ], 1987
Л2.3	Авдеев А. М., Демиденко Н. Д.	Математическое моделирование и оптимизация нестационарных процессов ректификации: дис. ... канд. техн. наук	Красноярск, 1998
Л2.4	Темников А. В.	Математическое моделирование и оптимизация тепловых процессов в теплоэнергетических установках: межвуз. сб. науч. тр	Куйбышев, 1990
Л2.5	Фролов В. Н.	Моделирование и оптимизация сложных систем: межвуз. сб. науч. тр.	Воронеж, 1986
Л2.6	Евдокимов А. Г., Тевяшев А.Д., Дубровский В.В.	Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях	Москва: Стройиздат, 1990
Л2.7	Концевич В. Г.	Твердотельное моделирование машиностроительных изделий в Autodesk Inventor	Москва: ДМК Пресс, 2009
Л2.8	Остроух А. В., Суркова Н. Е.	Системы искусственного интеллекта: монография	Санкт-Петербург: Лань, 2019
Л2.9	Сырецкий Г. А.	Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления: Ч. 1. Фазисистемы: Лабораторный практикум для студентов дневного и заочного отделений МТФ направления «Автоматизация технологических процессов и производств»: учеб. пособие	Новосибирск: НГТУ, 2016
Л2.10	Сырецкий Г. А.	Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления: Ч. 2. Нейросетевые системы. Генетический алгоритм: лабораторный практикум : учеб. пособие	Новосибирск: НГТУ, 2017
Л2.11	Толмачёв С. Г.	Основы искусственного интеллекта: учебное пособие	Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017

Л2.1 2	Белокрылов П. Ю., Басалин П. Д., Банкрутенко В. В.	Учебно-методическое пособие по курсам «Интеллектуальные информационные системы» и «Системы искусственного интеллекта и принятия решений». Синтез схем произвольной комбинационной логики в нейросетевом базисе	Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Демиденко Н. Д., Кулагина Л. В.	Моделирование и оптимизация технических систем с распределенными параметрами: учебное пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006
Л3.2	Демиденко Н.Д., Кулагина Л.В.	Моделирование и оптимизация технических систем с распределенными параметрами: учебное пособие.; допущено МО и науки РФ	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006
Л3.3	Пенькова Т.Г.	Модели и методы искусственного интеллекта: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...09.03.04 Программная инженерия]	Красноярск: СФУ, 2018
Л3.4	Пенькова Т.Г.	Методы искусственного интеллекта: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...27.04.03.02 - Системный анализ данных и технологий принятия решений]	Красноярск: СФУ, 2017

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

В дисциплине реализуется два вида самостоятельной работы: самостоятельное изучение теоретического материала и курсовая работа.

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 (если таковые имеются), используются при подготовке к практическим 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 практических заданий 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.

Для самостоятельного изучения теоретического материала разработано и доступно в электронной форме учебное пособие «Математическое моделирование и оптимизация технологических машин нефтегазового комплекса». Также разработаны методические

указания по самостоятельной работе по дисциплине, включающие в себя наименование модулей дисциплины, тем рассматриваемых в каждом модуле дисциплины и список вопросов по каждой из модулей дисциплины. Учащийся, ознакомившись с теоретическим материалом, изложенным в учебном пособии, и изучив, при необходимости, рекомендуемую литературу, должен самостоятельно подготовить ответы на вопросы по каждой из тем, представленные в методических указаниях по самостоятельной работе.

Указания по выбору темы курсовой работы, выполнению и сдаче курсовой работы представлены «Методических указаниях по выполнению курсовой работы», доступных студентом в электронной форме. Темы курсовых работ согласовываются с преподавателями и должны иметь проблемно-ориентированную направленность.

Вопросы, подлежащие решению в курсовой работе

1. Определение объекта моделирования. Определение объекта моделирования предполагает:

1.1. Общее описание проблематики функционирования объекта моделирования.

1.2. Описание среды функционирования объекта моделирования.

1.3. Определение и описание границы разделения среды функционирования объекта и самого.

1.4. Полное описание основных характеристик функционирования объекта, с указанием входных-выходных параметров его функционирования с упором на те параметры, которые в дальнейшем желательно будет оптимизировать.

1.5. Обоснование выбора объекта моделирования.

2. Выполнить построение математической модели объекта моделирования. Выполняется в соответствии с выбранной методикой моделирования. Результат построения моделирования должен включать в себя описания и характеристики по следующим пунктам:

2.1. Обоснование выбора метода моделирования.

2.2. Обоснование выбора входных и выходных параметров.

2.3. Обоснование выбранных математических и иных зависимостей, используемых для описания связей входных и выходных параметров модели.

2.4. Процесс построения модели выбранного объекта моделирования.

2.5. Построенная модель (математическое описание).

2.6. Оценка адекватности результатов моделирования, включая проведение статистических исследований для оценки ошибки моделирования с выбором корректных тестовых выборок для оценки адекватности модели. Результаты должны быть представлены как в

табличной форме, так и в графической с отображение реальных и модельных значений выходных параметров.

3. Произвести оптимизацию функционирования с помощью построенной математической модели. Результат выполнения оптимизации должен включать в себя:

3.1. Описание и обоснование выбора метода оптимизации.

3.2. Описание процесса оптимизации.

3.3. Описание результатов оптимизации, включая сравнительный анализ функционирования объекта до и после выполнения моделирования и оптимизации.

4. Формулировка выводов по всем, выполненным в ходе работы действиям.

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

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	- Microsoft Windows Professional 7
9.1.2	- Microsoft® Office Professional Plus 2010
9.1.3	- ESET NOD32 Antivirus Business Edition
9.1.4	- Adobe Acrobat Pro Extended 9.0
9.1.5	- MATLAB
9.1.6	- PTC MathCAD
9.1.7	

### **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, 13 компьютеров, интерфейс с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета

Помещения для курсового проектирования:

- 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.

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.