

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент **В.Ю. Бажин**

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль):	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Белоглазов И.И.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем и процессов» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке».

Составитель _____ к.т.н., И.И. Белоглазов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизации технологических процессов и производств от 31 августа 2021 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой АТПП _____ д.т.н.,
доцент В.Ю. Бажин

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса. _____ к.т.н. А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – получение базовых знаний в области математического моделирования сложных объектов и использования их для разработки оптимальной системы управления процессами;

Задачи дисциплины:

- обеспечение подготовки студентов к изучению в последующих семестрах ряда специальных дисциплин.
- получение общих представлений о содержании и методах математического моделирования технических систем и технологических объектов, месте математического моделирования в современной системе естествознания и практической значимости для проектирования технологических объектов,
- получение знаний об основах современного естествознания и естественно-научной картине мира, о практической значимости теоретических разработок в области математического моделирования и его роли в развитии современных технологических процессов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование систем и процессов» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке» и изучается в 6-м и 7-м семестрах

Особенностью дисциплины является изучение технологии моделирование процессов с использованием специализированных программных комплексов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Моделирование систем и процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК - 1	ОПК-1.2. Знать методы математического анализа, моделирования и их применение в профессиональной деятельности ОПК-1.4. Уметь выбирать инструменты и методы математического анализа и моделирования для исследования и решения практических задач ОПК-1.5. Владеть инструментами и методами математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-1.6. Владеть навыками использования прикладных компьютерных программ при моделировании объектов и систем управления
Способен оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки проекта	ПКС - 4	ПКС-4.2. Умеет оформлять при помощи специализированных компьютерных программ отдельные разделы проектов систем автоматизированного управления технологическими процессами

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
автоматизированной системы управления		

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование систем и процессов» составляет 6 зачетных единиц или 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		6	7
Аудиторная работа, в том числе:	51	34	17
Лекции	17	17	-
Практические занятия (ПЗ)	17	-	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	93	56	37
Выполнение курсовой работы (проекта)	20	-	20
Подготовка к лекциям	17	17	-
Подготовка к лабораторным занятиям	29	29	-
Аналитический информационный поиск	10	10	-
Подготовка к зачету	17	-	17
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36), 3, КР	Э (36)	3, КР
Общая трудоемкость дисциплины			
	ак. час.	180	126
	зач. ед.	5	3.5
		54	1.5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1. Общие принципы и этапы построения математических моделей систем	64	4	2	2	56
Раздел 2. Моделирование гидродинамических моделей и уравнений химической кинетики.	80	13	15	15	37
Итого:	144	17	17	17	93

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Общие принципы и этапы построения математических моделей систем	Введение в моделирование систем и процессов Исследование гидродинамики аппаратов идеального перемешивания путём построения кривых отклика на возмущения различной формы систем	4
2.	Моделирование гидродинамических моделей и уравнений химической кинетики	Исследование гидродинамики аппаратов идеального вытеснения, диффузионной и ячеечной модели Алгоритм определения параметров модели структуры потоков Исследование гидродинамики аппаратов, описываемых комбинированными моделями по кривым отклика на возмущения различной формы Определение параметров сложных гидродинамических моделей по экспериментальным данным Определение параметров кинетических моделей Определение кинетических параметров моделей по экспериментальным данным для сложных реакционных схем. Теория графов в моделировании систем и процессов	15
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Определение структуры потока в аппарате с использованием комбинированной модели на основании анализа конструкции аппарата	2
2	Раздел 2	Расчет габаритов реактора на заданную производительность и степень превращения в реакторе	5
3		Расчет параметров теплообмена, обеспечивающие тепловую устойчивость проточного реактора идеального смешения при протекании в нем параллельных экзотермических реакций	5
4		Расчет аппарата для растворения металлов в кислоте при различной форме кристаллов	5
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Определение оптимального времени пребывания в проточном реакторе идеального перемешивания для последовательных реакций 1-го порядка	2
2	Раздел 2	Сопоставление выхода целевого продукта в проточном реакторе идеального перемешивания и идеального вытеснения при времени пребывания, равном оптимальному для реактора идеального перемешивания	5
3		Расчет параметров теплообмена, обеспечивающие тепловую	5

	устойчивость проточного реактора идеального смешения при протекании в нем параллельных экзотермических реакций	
4	Определение оптимальных условий – производительности и температурного профиля для максимального выхода целевого продукта	5
Итого:		17

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	Моделирование процессов нагрева шихты в трубчатой вращающейся печи.
2	Моделирование процесса обжига в трубчатой вращающейся печи при производстве глинозема.
3	Моделирование процесса выщелачивания алюмината натрия из спека в производстве глинозема
4	Моделирование процесса окисления сульфидов в печи кипящего слоя.
5	Моделирование процесса окисления сульфидов в шахтной печи.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена, зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

Курсовое проектирование формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Общие принципы и этапы построения математических моделей систем

1. Определение системы?
2. Важнейшие характеристики систем?
3. Что такое цель системы?
4. Что такое функция системы?
5. Что такое структура системы?
6. Чему равно число возможных связей между N элементами системы?

Раздел 2. Моделирование гидродинамических моделей и уравнений химической кинетики

1. Что должна иметь систем для достижения цели функционирования?
2. В чем заключается системный анализ сложной системы?
3. Как выполняется системный анализ?
4. Что называется системным синтезом?
5. Как проверяется адекватность модели?
6. От чего зависит адекватность?
7. Что такое параметрическая адекватность модели?
8. В чем заключается структурная идентификация модели?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена, зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену, зачету (по дисциплине):

1. Что характеризует функционирование системы?
2. Что такое наблюдаемость системы?
3. Какая система является детерминированной?
4. Какая система является недетерминированной?
5. Что определяет сложность системы?
6. Что такое большая система?
7. Что такое модель объекта?
8. Какие виды моделирования применяются для получения моделей систем?
9. Что такое физическое моделирование?
10. Что такое математическое моделирование?
11. Какая теория лежит в основе физического моделирования?
12. Тройная аналогия как основа перехода от физического моделирования к математическому.
13. Понятие Изоморфных систем
14. Понятие Гомоморфизма.
15. Что лежит в основе физического моделирования?
16. Что такое натурный эксперимент.
17. Что такое полунатурный эксперимент?
18. Что такое физическое моделирование?
19. Что лежит в основе обобщения результатов, натурного эксперимента, полунатурного эксперимента и физического моделирования?
20. Для чего используется теория инвариантов группы физически подобных преобразований?
21. Что такое математический изоморфизм?
22. Получение физической модели объекта путем масштабного преобразования математической модели оригинала.
23. Что такое инварианты физического подобия?
24. Что такое критерии подобия?
25. Основные этапы физического моделирования?

26. Способы получения критериальных уравнений.
27. Масштабное преобразование дифференциальных уравнений как способ получения критериальных уравнений.
28. Что такое критерий гидродинамической гомохронности Струхала?
29. Что такое критерий гравитационного подобия
30. Какая система является детерминированной?

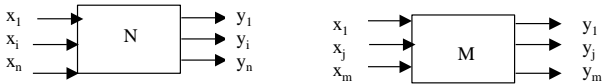
6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену, зачету

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Сложные производственные процессы исследуются на основе:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корреляционного и дисперсионного анализа. 2. Природы связей между отдельными частями системы. 3. Системного подхода. 4. Анализа процессов массообмена системы с окружающей средой.
2.	Важнейшими характеристиками системы являются:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Характер воздействия окружающей среды на систему. 2 Функция, цель, и структура. 3 Природа и структура связей между элементами системы. 4 Обмен энергией и веществом между элементами системы
3.	Целью системы является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Получение максимальной прибыли при заданном уровне затрат. 2. Выполнение задач функционирования системы. 3. Наиболее предпочтительное конечное состояние системы 4. Заданный выход из начального состояния системы.
4	Структура системы определяется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расположением и взаимосвязями между элементами системы для выполнения ее функции. 2. Природой связей между элементами системы 3. Тепломассобменом между элементами системы. 4. Состоянием поверхности раздела системы и окружающей среды.
5	Функция системы это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Природа связей между элементами системы. 2. Энергетические связи между элементами системы. 3. Функция системы характеризует ее как результат взаимодействия элементов между собой и с внешними системами. 4. Обмен энергией и веществом с

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		окружающей средой.
6	Уравнение $I = \int_0^T Q(x-z)dt$ выражает	<ol style="list-style-type: none"> 1. Критерий физического подобия систем 2. Критерий геометрического подобия систем. 3. Суммарные затраты на функционирование системы 4. Критерий качества функционирования системы.
7	Наблюдаемость системы – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность непрерывного измерения основных параметров системы инструментальными методами. 2. Возможность использовать для измерения метрологически аттестованные приборы. 3. Использование компьютерных методов измерений 4. Возможность отслеживать в процессе движения основные переменные состояния, характеризующие процесс, в количестве, достаточном для вычисления критерия качества функционирования системы.
8	Система является детерминированной	<ol style="list-style-type: none"> 1. Если элементный состав системы задан однозначно. 2. Если все связи системы определены. 3. Если при заданных начальном состоянии системы $x(0)=c$ и векторе управляющих функций $u(t)$ состояние системы в любой момент времени будет определено однозначно. 4. Если при заданном векторе управляющих функций $u(t)$ состояние системы в любой момент времени будет определено однозначно.
9	Система является стохастической.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Если она движется при одновременном воздействии нескольких управлений. 2. Если на систему наряду с определенным управлением действуют неконтролируемые возмущения. 3. Если конечное состояние достигается системой при любых возмущениях. 4. Если начальное состояние системы определено в виде области.
10	Система является очень большой, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Число элементов в системе слишком велико для наблюдателя. 2. Функционирование системы слишком проходит слишком интенсивно. 3. Число связей с внешней средой не определено и постоянно изменяется. 4. Число различий между состояниями

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		системы слишком велико для возможностей наблюдателя.
11	Управляемостью системы называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие исполнительных устройств для управления системой. 2. Наличие источника энергии для выработки управляющих воздействий. 3. Свойство системы следовать по предписанной траектории движения под воздействием выбранного управления. 4. Способность реагировать на управляющие воздействия.
12	Модель отражает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Существенные свойства, интересующие исследователя в данный момент. 2. Хорошо описываемые свойства объекта. 3. Свойства, описывающие физическую природу явлений в объекте 4. Свойства, характеризующие поведение процесса при данных условиях.
13	При математическом моделировании:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геометрическая форма модели и объекта идентична. 2. Физическая природа процессов в модели и в объекте различна 3. Математическое описание модели и объекта идентично. 4. Поведение модели и объекта аналогично при изменении размеров.
14	Уравнение $j_T = -\lambda \cdot \frac{dT}{dx}$ описывает следующие явления:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перенос тепла в теплопроводящей среде и называется уравнением Фурье 2. Передачу информации в информационном поле. 3. Процессы сохранения энергии. 4. Перенос массы за счет диффузии и называется законом Фика.
15	Уравнение $j_M = -D \cdot \frac{dc}{dx}$ описывает следующие явления:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространение электричества и называется законом Ома. 2. Передачу информации в информационном поле. 3. Перенос массы за счет диффузии и называется законом Фика. 4. Скорость теплопередачи.
16	Уравнение $j_\rho = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{dU}{dx}$ описывает следующие явления:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процессы сохранения энергии. 2. Скорость теплопередачи 3. Распространение электричества и называется законом Ома. 4. Скорость движения материальной точки в поле тяжести.
17	Системы изоморфны, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одинакова физическая природа процессов, происходящих в каждой их них.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		2. Одинаковы темпы протекающих в системах процессов. 3. Одинаковы времена происходящих в них процессов. 4. Каждую из них можно считать моделью другой.
18	Гомоморфизм систем означает	1 Одна из систем является уменьшенной геометрической копией другой. 2 Из гомоморфных систем одна является натурой, а вторая – моделью. 3 Системы можно менять местами и каждая может быть моделью другой. 4 Темпы развития процессов в двух системах одинаковы.
19	Рисунок  $m < n$, изображает	1. Динамически подобные системы 2. Сопоставление изоморфных систем 3. Сопоставление гомоморфных систем 4. Две системы обработки информации.
20	При обобщении результатов исследования объекта с использованием НЭ, ПНЭ и ФМ наиболее часто используется	1. Теория массового обслуживания. 2. Теория стохастических испытаний. 3. Теория подобия. 4. Теория вероятностей.

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Для использования математического моделирования необходимо рассматривать три аспекта этого процесса:	1. Подобие протекающих процессах, по геометрической форме, и назначению процесса. 2. Подобие в процессах изменения основных переменных, управления и резервирования функций. 3. Подобие в источниках энергии, массы и теплообмена с окружающей средой. 4. Формализованное описание объекта, его математическое описание и моделирующий алгоритм решения уравнений.
2.	Уравнения $F_o(t_o) = m_o \cdot \frac{dW_o}{dt_o}; F_M(t_M) = m_M \cdot \frac{dW_M}{dt_M}$ отражают:	1. Движение двух систем, одна из которых оригинал, а другая модель, под действием приложенной силы. 2. Перенос массы в жидком потоке при воздействии сил инерции и сил трения. 3. Перенос тепла в теплопроводящей среде. 4. Условия геометрического подобия двух систем.
3.	Критерии подобия являются:	1 Соотношениями подобных величин.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>2 Инвариантами преобразования физического подобия.</p> <p>3 Выражениями законов сохранения материи.</p> <p>4 Выражениями законов сохранения энергии.</p>
4	Уравнение $(K)_{i_M} = (K)_{i_O}$ выражает	<p>1. Модель в критериальной форме, обеспечивающую равенство определяющих критериев в модели и в объекте.</p> <p>2. Условия равенства теплообмена в объекте и модели.</p> <p>3. Условия подобия передачи информации в линиях связи.</p> <p>4. Равенство констант скорости реакций.</p>
5	Способы получения критериальных уравнений.	<p>1 Путем натуральных наблюдений.</p> <p>2 На основании полунатурных испытаний.</p> <p>3 Метод анализа размерностей и метод подобного преобразования дифференциальных уравнений.</p> <p>4 На основании теории вероятностей.</p>
6	Количество основных величин Международной системы единиц, используемых при применении метода анализа размерностей:	<p>1 2</p> <p>2 6</p> <p>3 7</p> <p>4 8</p>
7	Формула $[p]_i = [L]^{l_i} \cdot [M]^{m_i} \cdot [T]^{t_i} \cdot [J]^{j_i} \cdot [I]^{j_i} [\theta]^{k_i} \cdot [N]^{n_i}$ выражает	<p>1. Размерность критерия подобия.</p> <p>2. Закон сохранения материи</p> <p>3. Размерность любой физической величины, выраженной через основные величины</p> <p>4. Второе начало термодинамики</p>
8	Для подобного преобразования объекта необходимо:	<p>1 Обеспечить равенство подобных величин.</p> <p>2 Равенство инвариантов преобразования физического подобия.</p> <p>3 Выполнение законов сохранения материи.</p> <p>4 Выполнение законов сохранения энергии.</p>
9	Формула $Re = \frac{wd\rho}{\mu}$ выражает:	<p>1 Подобие тепловых полей в модели и в объекте.</p> <p>2 Подобие полей распределения напряжений в поле напряжений.</p> <p>3 Критерий режима движения жидкости.</p> <p>4 Критерий теплового подобия</p>
10	Формула $Ho = \frac{1}{wt}$ выражает	<p>1 Критерий, характеризующий свойства жидкости.</p> <p>2 Критерий подобия температурных и скоростных полей.</p> <p>3 Критерий гидродинамической гомохронности.</p> <p>4 Критерий подобия полей давления.</p>
11	Численные показатели в критериальных	1 Исходя из теоретических предпосылок о

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	уравнениях определяются:	<p>характере переноса массы в модели и в объекте</p> <p>2 На основании экспериментов в модели, используя физическую модель как вычислительную машину для интегрирования уравнений модели.</p> <p>3 Исходя из аналогии между условиями в модели и аналогичными условиями для других подобных процессов.</p> <p>4 Исходя из условий равенства потоков физических субстанций в модели и в объекте.</p>
12	Внутренняя структура системы характеризуется:	<p>1 Расположением и взаимосвязями между элементами системы для выполнения ее функции.</p> <p>2 Материальными потоками между элементами системы.</p> <p>3 Энергетическими потоками между элементами системы.</p> <p>4 Состоянием поверхности раздела системы и окружающей среды.</p>
13	Формула $\frac{v}{a} \equiv \frac{Pe}{Re}$ выражает	<p>1. Критерий гомохронности.</p> <p>2. Критерий подобия температурных и скоростных полей.</p> <p>3. Критерий теплового подобия.</p> <p>4. Критерий гравитационного подобия.</p>
14	Формула $\frac{\Delta P}{\rho W^2}$ выражает:	<p>1 Критерий физического подобия переноса массы в системах.</p> <p>2 Критерий геометрического подобия систем.</p> <p>3 Критерий динамического подобия систем.</p> <p>4 Критерий подобия полей давления.</p>
15	Существует два основных подхода к моделированию:	<p>1. Динамическое и статическое.</p> <p>2. Физическое моделирование и математическое моделирование.</p> <p>3. Прямое и косвенное моделирование.</p> <p>4. Моделирование в реальном масштабе времени и в виртуальном времени.</p>
16	Возможность полного наблюдения за функционированием системы характеризуется:	<p>1 Возможностью непрерывного измерения основных параметров системы инструментальными методами.</p> <p>2 Использованием метрологически аттестованных приборов измерения.</p> <p>3 Возможностью отслеживать переменные состояния, характеризующие процесс, в количестве, достаточном для вычисления критерия качества функционирования системы.</p> <p>4 Использованием непрерывных методов</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		измерения.
17	2-я теорема подобия гласит:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Системы подобны, если равны их сходственные размеры. 2 Интеграл всякого полного дифференциального уравнения физического процесса можно представить в виде зависимости между критериями подобия. 3 Рабочие среды в модели и в объекте одинаковы. 4 Если при заданном начальном состоянии системы $x(0)=c$ и заданном векторе управляющих функций $u(t)$ в модели их движения подобны.
18	Система становится очень большой, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Увеличивается число элементов в системе. 2 Функционирование системы становится неоднозначным. 3 Число связей с внешней средой не определено. 4 Число различий между состояниями системы становится слишком большим для возможностей наблюдателя.
19	При подобном преобразовании процессов в модели и в объекте мы стремимся к следующему:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Все свойства объекта исследования мы воспроизводим в модели 2 Условия, полученные на модели, мы стремимся воспроизвести в объекте. 3 Хорошо описываемые свойства объекта воспроизводятся на модели 4 Свойства, описывающие физическую природу явлений в модели и в объекте одинаковы.
20	При математическом моделировании мы обеспечиваем:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Идентичность геометрических форм модели и объекта. 2 Идентичность математического описания процессов в модели и в объекте. 3 Физическая природа процессов в модели и в объекте подобна. 4 Подобие реакции модели и объекта на изменение внешних условий.

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Как проверяется адекватность модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1 Путем сопоставления результатов моделирования с результатами наблюдения за характеристиками системы в процессе ее функционирования.. 2 Путем расчета характеристик объекта в пределах проведения измерений.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3 Путем расчета материального баланса объекта. 4 Путем расчета теплового баланса объекта.
2.	От чего зависит адекватность модели	1 От точности используемых измерительных приборов. 2 От справедливости допущений, сделанных при формулировании уравнений модели. 3 От разности физической природы процессов в модели и в объекте. 4 От диапазона изменений переменных в модели и в объекте.
3.	Признаком изоморфности систем являются:	1 Одинаковая физическая природа процессов, происходящих в каждой их них. 2 Одинаковые темпы протекающих в системах процессов. 3 Одинаковые времена происходящих в них процессов. 4 Каждую из них можно считать моделью другой.
4	Расчленение сложного процесса в объекте на элементарные стадии называется:	1 Подготовкой объекта к исследованию. 2 Системным анализом. 3 Выделением лимитирующей стадии объекта. 4 Определением элементного состава объекта.
5	Признаки гомоморфных систем:	1 Две системы являются полностью подобными, и каждая из систем может служить моделью другой. 2 Одна из систем является уменьшенной геометрической копией другой. 3 Из гомоморфных систем одна является натурой, а вторая – моделью. 4 Темпы развития процессов в двух системах одинаковы.
6	Уравнения отражают $Ho=idem, Fr=idem, Eu=idem$ отражают	1 Геометрически подобные системы 2 Динамически подобные системы 3 Сопоставление изоморфных систем. 4 Условия подобия при течении несжимаемой идеальной жидкости.
7	Натурные испытания позволяют:	1. Получить наиболее надежные результаты при максимальных затратах материальных средств. 2. Изучить поведение объекта при минимальных затратах материальных средств. 3. Использовать теорию вероятностей для обработки данных подобия. 4. Использовать теорию игр для планирования эксперимента.
8	Уравнение $Ne = \frac{F \cdot l}{m \cdot w^2}$ выражает:	1 Условия подобия для движения двух подобных объектов под действием приложенной силы. 2 Перенос массы за счет диффузии по закону Фика. 3 Условия подобного преобразования информации 4 Условия геометрического подобия двух систем.
9	Первая теорема подобия:	1 В подобных системах темпы изменения

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>времени совпадают.</p> <p>2 Инвариантами преобразования физического подобия являются критерии подобия.</p> <p>3 Инвариантами преобразования физического подобия являются критерии подобия.</p> <p>4 Критерии подобия зависят от количества фаз в многофазной системе разности.</p>
10	<p>Формула</p> $N_K = N_C - R$ <p>выражает:</p>	<p>1 Число независимых критериев подобия при использовании метода анализа размерностей.</p> <p>2 Общее число критериев подобия для подобного преобразования объекта.</p> <p>3 Количество показателей степени в критериальном уравнении подобия.</p> <p>4 Правило фаз Гиббса.</p>
11	<p>1 На рисунке</p>  <p>показана:</p>	<p>1 Схема проточного аппарата идеального перемешивания.</p> <p>2 Схема аппарата идеального вытеснения.</p> <p>3 Схема аппарата, описываемого диффузионной моделью.</p> <p>4 Схема потоков в полупериодическом аппарате.</p>
12	<p>Основное допущение аппарата идеального перемешивания:</p>	<p>1 Установлена пропеллерная мешалка.</p> <p>2 Любое возмущение, поступившее на вход аппарата, мгновенно распространяется по всему объему аппарата и появляется на выходе.</p> <p>3 В аппарате установлена многорядная мешалка.</p> <p>4 В аппарате установлены отражательные перегородки.</p>
13	<p>Уравнение $J_{M,вх} = v \cdot C_{вх}(t)$ выражает:</p>	<p>1 Входной поток вещества в аппарат.</p> <p>2 Изменение массосодержания в аппарате в нестационарных условиях.</p> <p>3 Выходной поток вещества из аппарата.</p> <p>1. Интенсивность перемешивания в аппарате идеального перемешивания.</p>
14	<p>Уравнение</p> $\Delta M = \int_0^t [J_{M,вх}(t) - J_{M,вых}(t)] \cdot dt$ <p>описывает следующие явления:</p>	<p>1 Массопередачу в ректификационной колонне.</p> <p>2 Процессы сохранения массы при массообмене.</p> <p>3 Накопление массы вещества в проточном аппарате за определенное время.</p> <p>4 Скорость испарения в аппарате идеального перемешивания.</p>
15	<p>Уравнение $J_M = -D \cdot A \cdot \frac{dc}{dx}$ описывает</p>	<p>1 Скорость перемешивания в аппарате за счет турбулентной диффузии</p> <p>2 Скорость перемешивания за счет ламинарного движения высоковязкой жидкости в аппарате</p> <p>3 Поток испаряющейся жидкости через границу раздела фаз</p> <p>4 Общий перенос массы за счет диффузии через площадь поверхности А.</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
16	Структура технологического объекта определяется:	<ol style="list-style-type: none"> 1 В результате системного анализа объекта и выделения из него элементарных процессов. 2 Расположением и взаимосвязями между элементами объекта. 3 Геометрической формой конструкции аппарата. 4 Состоянием и формой поверхности раздела фаз в аппарате.
17	<ol style="list-style-type: none"> 2 Уравнение 3 $\frac{d}{dt}[V_r \cdot c_{\text{вых}}(t) - V_r \cdot c_{\text{вых}}(0)] = J_{M, \text{ex}}(t) - J_{M, \text{вх}}(t) = v \cdot c_{\text{ex}}(t) - v \cdot c_{\text{вх}}(t)$ описывает:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Интенсивность гомогенизации перемешивания в аппарате идеального перемешивания. 2 Изменение массосодержания в аппарате идеального перемешивания при действии входного возмущения. 3 Изменение массосодержания в аппарате идеального вытеснения в нестационарных условиях. 4 Результат массообмена в двухфазном потоке.
18	<ol style="list-style-type: none"> 4 Уравнение $t_{cp} \cdot \frac{d c_{\text{вых}}(t)}{dt} + c_{\text{вых}}(t) = c_{\text{ex}}(t)$ представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Критерий физического подобия систем 2 Критерий геометрического подобия систем. 3 Суммарные затраты функционирования системы 4 Уравнение математической модели идеального перемешивания.
19	<ol style="list-style-type: none"> 5 Уравнение $t_{cp} = \frac{V_r}{v}$ выражает:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Время гомогенизации смеси при поступлении возмущения на вход аппарата. 2 Время действия возмущения. 3 Среднее время пребывания реакционной смеси в аппарате идеального перемешивания. 4 Время переходного процесса при воздействии возмущения.
20	<ol style="list-style-type: none"> 6 Уравнение $t_{cp} \cdot \frac{d c_{\text{вых}}(t)}{dt} = A - c_{\text{вых}}(t)$ описывает:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Модель идеального вытеснения. 2 Диффузионную модель. 3 Изменение концентрации в каскаде аппаратов идеального перемешивания. 4 Изменение выходной концентрации из аппарата идеального перемешивания при ступенчатом возмущении входа.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
			на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Чернухин, Р. В. Моделирование и исследование систем управления химико-технологических процессов : учебное пособие / Р. В. Чернухин. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 74 с. — ISBN 978-5-7782-4493-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/216329>
2. Кучеряев, Б. В. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Б. В. Кучеряев, В. Б. Крахт, О. Г. Манухин. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Моделирование и оптимизация технологических систем — 2004. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116999>
3. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212213>
4. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179611>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Е.Б. Андреев, В.Е. Попадько. Программные средства систем управления технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности: Учебное пособие. — М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 268 с. <https://knowledge.allbest.ru/geology/3c0a65635b3ad69a4d43a89421>
2. А.С. Гринин, Н.А Орехов, В.Н.Новиков Математическое моделирование в экологии: Учеб. пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. <https://www.twirpx.com/file/1246346/>
3. А.В. Беспалов, Н.И Харитонов Задачник по системам управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие для вузов. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. <https://www.twirpx.com/file/191551/>
4. Е.А. Дубовик, А.Е. Дубовик Численные методы и алгоритмы диспетчеризации вычислений с динамически изменяющимися приоритетами. - М.: СИНТЕГ, 2006. -120 с. (Серия «Информационные технологии»). <https://goods.kaypu.com/gi/RU>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. И.И.Белоглазов, Ю.В. Шариков Моделирование процессов и объектов в химической технологии. Методические указания к лаб. работам / сост.: И.И.Белоглазов, Ю.В.Шариков. - СПб : Art-Xpress, 2015. - 88 с.
2. И.И.Белоглазов Моделирование процессов и объектов в химической технологии. Методические указания к курсовой работе / сост. И.И.Белоглазов. - СПб : Art-Xpress, 2015. - 33 с.
3. Моделирование процессов объектов в металлургии. Составители: Ю.В.Шариков, Н.В.Данилова, В.С. Зуев Методические указания к лабораторным работам. СПбГГИ, РИЦ СПбГГИ, СПб., 2009 г.
4. Ю.В. Шариков, И.Н. Белоглазов, А.Ю. Фирсов Моделирование процессов объектов в металлургии. Уч. пособие. - СПбГГИ, РИЦ СПбГГИ, СПб., 2009 г.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. CAElinux <http://www.caelinux.com/CMS/>
2. Adams for Multibody Dynamics <http://www.mscsoftware.com/Contents/Products/CAE-Tools/Adams.aspx>
3. Универсальный механизм: динамика машин и механизмов, динамика автомобилей и железнодорожных экипажей, прикладная механика, кинематика, обратная кинематика <http://www.umlab.ru/>
4. EULER — автоматизированный динамический анализ многокомпонентных механических систем <http://www.euler.ru/>

5. frund — Комплекс моделирования динамики систем твердых и упругих тел <http://frund.vstu.ru>
6. MBDyn — MultiBody Dynamics <http://www.aero.polimi.it/~mbdyn/>
7. ITI — Supporting your visions!: SimulationX <http://www.simulationx.com/>
8. http://www.espotec.ru/art_prot.htm
9. <http://www.cadmaster.ru/>
10. <http://www.sapr.ru>
11. <http://www.cadcamcae.lv>
12. <http://www.cadcatalog.ru/>
13. <http://www.rodnik.ru/product/sapr/edaexpress/>
14. <http://isicad.ru>
15. <http://www.solidworld.ru/>) — SolidWorld
16. <http://fsapr2000.ru/> — Конференция САПР2000 (бывший САПР2К), посвящённая использованию CAD/CAE/CAM-технологий
17. <http://www.procae.ru/proCAE> — статьи по программам ANSYS, STAR-CD, QForm, Nastran, Fluent и др.
18. <http://www.ansys.spb.ru/> — Новости CAE-системы ANSYS на русском языке
19. http://www.FEA.ru/ANSYS_LSDYNA_AviGallery.html — AVI-Галерея (более 150 анимационных фильмов), иллюстрирующая результаты исследований, выполненных сотрудниками CompMechLab® СПбГПУ с помощью CAE-систем ANSYS, LS-DYNA, SIMULIA/Abaqus
20. <http://www.ansys.spb.ru/ansys-wall-planner/> — Результаты ежегодных Всемирных конкурсов CAE- системы ANSYS Multiphysics Image Gallery Competition

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Лекционный курс читается с мультимедийным сопровождением - демонстрацией презентационного материала с помощью мультимедийного проектора. В ходе лекций так же проходятся мастер классы моделирования и демонстрация некоторых особенностей программного обеспечения. Лекционная ауд. 3308. 30 посадочных мест Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 16 шт., стул – 31 шт., доска учебная с регулировкой высоты -1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий.

Аудитории для лабораторных занятий является специализированный компьютерный класс, оснащённый современной компьютерной техникой на базе процессоров i5 и выше. В процессе обучения используется компьютерный класс Schneider Electric 3307. 16 посадочных мест Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 9 шт., стул – 17, стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 1 – 1 шт., стенд учебно-демонстрационный по процесс-технике на базе компакт-станции комплектация 2 – 1 шт., система управления взрывобезопасностью автоматизированным конвейерным транспортом и погрузочно-разгрузочными машинами – 1 шт., компьютер LenovoDesktopTCM900 – 13 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор LenovoThinkVision 21.5” E2223s 1920x1080 LED- 13 шт., рабочее место автоматизированное – 1 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования». Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010) Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 7 Professional (договор бессрочный ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 "На поставку продукции")

2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)