

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
НТИ (филиал) СКФУ
_____ В.В. Кузьменко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование химико-технологических процессов

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки **18.03.01 Химическая технология**
Направленность (профиль) **Химическая технология неорганических веществ**
Квалификация выпускника **бакалавр**
Форма обучения **заочная**
Год начала обучения **2020**
Изучается в **7** семестре

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование набора общепрофессиональных и профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология. Основные задачи изучения дисциплины "Моделирование химико-технологических процессов" состоят в усвоении студентами:

- методов системного подхода к исследованию и математическому анализу и моделированию технологических процессов;
- методов и алгоритмов анализа режимов функционирования сложных ХТС с целью выявления источников потерь сырья, топлива и энергии в системе;
- принципов создания математических моделей физико-химических процессов с применением аналитических и численных методов решения;
- методов использования сетевых компьютерных технологии и базы данных, пакетов прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования;
- методам реализации математических моделей физико-химических процессов на ЭВМ и установления их адекватности.
- методов проведения экспериментов с использованием математических моделей и установления границ их применения.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной дисциплине вариативной части образовательной программы бакалавриата, в учебном плане имеет индекс Б1.В.13. Ее освоение происходит в 7 семестре и заканчивается сдачей зачета с оценкой.

3. Связь с предшествующими дисциплинами (модулями)

Физика, Математика, Общая и неорганическая химия, Информатика, Физическая химия, Процессы и аппараты химической технологии, Общая химическая технология,

4. Связь с последующими дисциплинами (модулями)

Химическая технология неорганических веществ, Технология связанного азота, Технология производства минеральных удобрений, Химические реакторы, Государственная итоговая аттестация.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

5.1 Наименование компетенций

Код	Формулировка
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

5.2 Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
Знать: технические решения при разработке технологических процессов; технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	ПК-4
Знать: физические и химические эксперименты, методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;	ПК-16
Уметь: выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	ПК-4
Уметь: выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы	ПК-16

математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;	
Владеть: способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов.	ПК-4
Владеть: способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;	ПК-16

6. Объем учебной дисциплины (модуля)

	Астр. часов	3.е
Объем занятий: Итого	81.00	3.00
В том числе аудиторных	10.50	
Из них:		
Лекций	6.00	
Лабораторных работ	-	
Практических занятий	4.50	
Самостоятельной работы	70.50	

Зачет с оценкой 7 семестр

7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

7.1 Тематический план дисциплины (модуля)

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
7 семестр							
1	Методологические основы построения математических моделей	ПК-4	1.50	1.50			
2	Математическое описание структуры потоков в аппарате	ПК-4	1.50				
3	Моделирование гидромеханических процессов	ПК-4 ПК-16					
4	Математические модели тепловых процессов	ПК-4 ПК-16		1.50			
5	Математические модели массообменных процессов	ПК-4 ПК-16					
6	Математическое моделирование химических реакторов	ПК-4 ПК-16	1.50				
7	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами	ПК-4 ПК-16	1.50	1.50			

8	Оптимизация химико-технологических процессов	ПК-4 ПК-16				
	ИТОГО за 7 семестр		6.00	4.50		70.50
	ИТОГО		6.00	4.50		70.50

7.2 Наименование и содержание лекций

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
7 семестр			
1	<p>Методологические основы построения математических моделей</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие о кибернетике химико-технологических процессов. 2. Блочный принцип построения математических моделей. 3. Математическое описание физико-химической системы. 4. Состав математического описания. 5. Выбор метода решения и реализация его в виде алгоритма и моделирующей программы. 6. Адекватность модели. 7. Математическое описание типовых моделей гидродинамики: идеального смешения, идеального вытеснения, ячеечная модель, диффузионная однопараметрическая модель. 8. Моделирование гидромеханических, тепловых, массообменных и химических процессов. Обзор. 	1.50	Лекция-визуализация
3	<p>Математическое описание структуры потоков в аппарате</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Структура потоков – гидродинамическая основа математических моделей. 2. Методы исследования структуры потоков. 3. Импульсный метод исследования структуры потока. 4. Метод ступенчатого возмущения исследования структуры потока. 5. Математическое описание типовых идеальных моделей гидродинамики (идеального смешения, идеального вытеснения). 6. Математическое описание типовых моделей гидродинамики с использованием ячеечной модели. 7. Математическое описание типовых моделей гидродинамики с использованием диффузионной модели. 	1.50	Обзорная лекция
6	<p>Математическое моделирование химических реакторов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Математическое описание реакторов с идеальной и неидеальной структурой потока в изотермическом режиме. 2. Теплоперенос в химических реакторах. 3. Диффузионный перенос. 4. Химическая реакция. 5. Уравнение материального баланса реактора и его анализ 	1.50	Лекция-визуализация
7	<p>Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия и определения. 2. Пассивный и активный эксперимент. 3. Регрессионный и корреляционный анализ. 4. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей химико-технологических процессов. 	1.50	Лекция

	5. Адекватность моделей. 6. Постановка задачи оптимизации. 7. Аналитические методы оптимизации. 8. Математические методы оптимизации. Обзор.		
Итого за семестр		6.00	
Итого		6.00	

7.3 Наименование лабораторных работ

Этот вид занятий не предусмотрен учебным планом

7.4 Наименование практических занятий

№ Темы дисциплины	Наименование тем практических занятий	Объем часов	Интерактивная форма проведения
7 семестр			
Тема 1. Методологические основы построения математических моделей			
1	Практическое занятие №1. Этапы математического моделирования. Физическое и математическое описание технологического объекта.	1.50	Решение типовых задач
Тема 4. Математические модели тепловых процессов			
4	Практическое занятие №2. Математическая модель теплообменника типа «труба в трубе». Математическое описание и алгоритм решения системы дифференциальных уравнений.	1.50	Решение типовых задач
Тема 7. Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами			
7	Практическое занятие №3. Составление математических моделей на основе экспериментальных исследований.	1.50	Решение разноуровневых и проблемных задач
Итого за семестр		4.50	
Итого		4.50	

7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающихся

Коды реализуемых компетенций	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр						
ПК-4 ПК-16	Самостоятельное изучение литературы	Конспект	Собеседование	66,12	3,48	69,60
ПК-4 ПК-16	Подготовка к практическому занятию	Отчет	Собеседование	0,86	0,05	0,90
Итого за семестр				66,98	3,53	70,50
Итого				66,98	3,53	70,50

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Код	Этап формирования компетенции	Наименование оценочного	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Средства и технологии
-----	-------------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------	-----------------------

оцениваемой компетенции	(№ темы)	средства			оценки
ПК-4	1 2 3 4 5 6 7 8	Собеседование	Текущий	Устный	вопросы для собеседования
		Зачет с оценкой	Промежуточный	Устный	вопросы для собеседования
ПК-16	3 4 5 6 7 8	Собеседование	Текущий	Устный	вопросы для собеседования
		Зачет с оценкой	Промежуточный	Устный	вопросы для собеседования

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

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ПК-4					
Базовый	Знать технические решения при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их применения;	Поверхностные знания об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их применения;	Неполные представления об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их применения;	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их применения;	
	Уметь выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	Фрагментарное использование умений выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	В целом успешное, но не систематическое использование умений выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умений выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;	
	Владеть способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	Не всегда проявляет способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	Не систематическое владение способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов	
Повышенный	Знать - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; - методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;				Сформированные систематические представления об основных технических решениях при разработке технологических процессов; о технических средствах и технологиях с учетом экологических последствий их применения;
	Уметь выдвигать гипотезы и устанавливать				Сформированные умения выдвигать гипотезы и

	границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;				устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;
	Владеть способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов				Успешное и систематическое владение способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов
ПК-16					
Базовый	Знать физические и химические эксперименты, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Поверхностные знания о физических и химических экспериментах, методах математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Неполные представления о физических и химических экспериментах, методах математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о физических и химических экспериментах, методах математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	
	Уметь выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;	Не умеет правильно выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;	В целом успешное, но не систематическое использование умений выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умений выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;	
	Владеть способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;	Не владеет способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;	Владеет достаточной способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;	Владеет достаточно хорошей способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;	
Повышенный	Знать физические и химические эксперименты, методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;				Знает на высоком уровне физические и химические эксперименты, методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;
	Уметь				Умеет грамотно

выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;				выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования;
Владеть способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;				Владеет способностью грамотно планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности;

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация **проводится** в форме **дифференцированного зачета**. Процедура зачета (дифференцированного зачета) как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

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

Комплект заданий для текущего контроля.

Разработаны вопросы по всем темам дисциплины, которые приведены в Фонде оценочных свойств. В качестве примера приведены вопросы по теме «Моделирование процесса теплообмена».

Тема: Моделирование процесса теплообмена

Вопросы для контроля:

- Как подразделяются теплообменники по способу передачи тепла?
- Какие теплообменники получили наибольшее распространение в химической промышленности?
- Каковы преимущества теплообменников «труба в трубе»?
- Какие этапы включает построение компьютерной модели теплообменника?
- Приведите схему прямоточного теплообменника типа «труба в трубе».
- Какие допущения принимаются при математическом описании процесса теплопередачи в прямоточном теплообменнике типа «труба в трубе»?
- Приведите уравнение теплового баланса теплообменника.
- Почему решение системы дифференциальных уравнений прямоточного теплообменника относится к задаче Коши?
- Приведите уравнение теплового баланса противоточного теплообменника.
- Почему решение системы дифференциальных уравнений противоточного теплообменника относится к краевой задаче?
- Приведите график изменения температур теплоносителей по длине теплообменника при прямотоке теплоносителей.
- Приведите график изменения температур теплоносителей по длине теплообменника при противотоке теплоносителей.

Задание 1:

Математически описать работу прямоточного теплообменника «труба в трубе».

1. Проанализировать систему уравнений и определить последовательность расчета, построив

информационную матрицу системы уравнений МО.

2. Составить блок-схему (алгоритм) расчета системы уравнений.
3. Реализовать алгоритм на любом языке программирования или в системах MathCad, MathLab.
4. Провести изучение влияния поверхности теплообмена и скорости подачи воды на конечную температуру охлаждения кислоты.

Задание 2:

5. Математически описать работу противоточного теплообменника «труба в трубе».
6. Проанализировать систему уравнений и определить последовательность расчета, построив информационную матрицу системы уравнений МО.
7. Составить блок-схему (алгоритм) расчета системы уравнений.
8. Реализовать алгоритм на любом языке программирования или в системах MathCad, MathLab.
9. Провести изучение влияния поверхности теплообмена и скорости подачи воды на конечную температуру охлаждения кислоты.

Таблица 3 – Варианты для выполнения задания

Вариант	Значения параметров							
	$v1,$ м ³ /ч	$v2,$ м ³ /ч	$F,$ м ²	$d_{тр},$ мм	$L,$ м	$K_t,$ Вт/(м ² ·К)	$t_{o1},$ °С	$t_{o1},$ °С
1	1,5	3,2	5,4	48	36	530	80	5
2	1,6	3,3	5,0	38	42	550	81	6
3	1,7	3,4	5,7	38	48	630	82	7
4	1,8	3,5	6,4	38	54	650	83	8
5	1,9	3,8	4,8	57	27	640	84	9
6	2,0	3,9	7,5	57	42	700	85	10
7	2,1	4,0	6,4	57	36	680	86	11
8	2,2	4,5	7,2	38	60	660	87	12
9	2,1	4,4	6,4	57	36	640	86	11
10	2,0	4,3	5,4	38	45	620	85	10
11	1,9	4,2	7,2	48	48	600	84	9
12	1,8	4,1	6,3	48	42	580	83	8
13	1,7	4,0	6,8	48	45	560	82	7
14	1,6	3,8	5,4	57	30	540	81	6
15	1,5	3,6	4,3	38	36	520	79	5

$Ср1 = 2,75$ кДж/кг·К – средняя теплоемкость раствора азотной кислоты;

$Ср2 = 4,19$ кДж/кг·К – средняя теплоемкость воды;

$K_T = 500$ Вт/м²·К; $\rho_1=1335$ кг/м³; $\rho_2=1000$ кг/м³.

Домашнее задание (контрольная работа)

Целью выполнения домашнего задания является развитие у студентов навыка в самостоятельном построении математической модели технологического объекта и использования ее для исследования поведения объекта.

В качестве технологического объекта используется гидравлический объект с двумя закрытыми емкостями.

При построении математической модели ТО необходимо:

- составить математическое описание технологического объекта (ТО);
- выбрать оптимальный алгоритм расчета ТО;
- реализовать алгоритм в виде моделирующей программы, используя любой язык программирования;
- исследовать технологический объект с помощью составленной модели.

Задания выполняются индивидуально по вариантам с использованием методических указаний

кафедры. Выполненную контрольную работу студент должен защитить и представить результаты исследования, проведенные с использованием составленной компьютерной модели.

Вопросы для контроля:

- Приведите этапы построения статической модели.
- Почему при построении алгоритмов решения задач рекомендуется использовать метод математической декомпозиции?
- Как и с какой целью строится информационная матрица системы уравнений математического описания?
- Какие методы решения уравнений с одной неизвестной Вам известны и чем они отличаются друг от друга?
- Каковы условия окончания итерационного процесса решения одного уравнения?
- Какие основные допущения принимаются при компьютерном моделировании простой гидравлической системы?
- Как описывается движение потока жидкости через клапан?
- Как описывается процесс заполнения закрытой емкости жидкостью?

Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он без ошибок выполнил домашнее задание и провел исследования. Свободно владеет материалом, умеет преподнести и проанализировать основные сведения, имеющиеся в работе, при этом показывает знания, изложенные в специальной литературе, научных журналах, умением анализировать экспериментальные данные.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он без ошибок выполнил домашнее задание и провел исследования. Свободно владеет материалом, умеет преподнести и проанализировать основные сведения, имеющиеся в работе.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он с ошибками выполнил домашнее задание. Не проработал дополнительный материал. Владеет материалом, но не умеет преподнести и проанализировать основные сведения, имеющиеся в работе.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он с ошибками выполнил домашнее задание. Не умеет преподнести и проанализировать основные сведения, имеющиеся в работе.

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

При проверке практического задания, оцениваются: последовательность и рациональность выполнения.

Текущий контроль обучающихся проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- Выполнение контрольной работы
- Подготовка к практическому занятию
- Самостоятельное изучение литературы

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы:

- Конспект
- Контрольная работа
- Отчет

приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)
-------	-----------------------------	---

10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

- 1 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 2 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО.
- 3 <http://window.edu.ru/> — единое окно доступа к образовательным ресурсам.
- 4 <http://www.iprbookshop.ru/> - ЭБС.

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

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов.

На практических и лабораторных занятиях студенты представляют расчеты, подготовленные ими в часы самостоятельной работы с использованием информационных технологий.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
2. <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО.
3. <http://window.edu.ru/> — единое окно доступа к образовательным ресурсам.
4. <http://www.iprbookshop.ru/> - ЭБС.

Программное обеспечение:

Аудитория № 415. Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.

Аудитория № 301. Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.. MathWorks Mathlab. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. PTC Mathcad Prime. Договор 29-эа/14 от 08.07.2014. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-эа/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)

Аудитория № 321. Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г. MathWorks Mathlab. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-эа/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория № 415 «Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., кафедра – 1 шт., ученический стол-парта – 17 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата
---	--	---

		начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.
Аудитория № 301 «Компьютерный класс»	Доска меловая – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол компьютерный – 17 шт., АРМ с выходом в Интернет – 15 шт., стол ученический (3х-местный) – 5 шт., стул ученический – 32 шт., демонстрационное оборудование: проектор, экран, ноутбук.	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г.. MathWorks Matlab. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. PTC Mathcad Prime. Договор 29-эа/14 от 08.07.2014. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-эа/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)
Аудитория № 410 «Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования»	Набор инструментов для профилактического обслуживания учебного оборудования, комплектующие для компьютерной и офисной техники	
Аудитория № 321 «Помещение для самостоятельной работы обучающихся»	Доска меловая –1 шт., стол преподавателя – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., стол одностумбовый – 1 шт., стол ученический (3х-местный) – 4 шт., стул офисный – 27 шт., стол компьютерный – 12 шт., АРМ с выходом в Интернет – 11 шт., шкаф для документов – 3 шт., шкаф офисный – 1 шт., демонстрационное оборудование: проектор переносной, экран, ноутбук.	Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013. Дата начала/окончания жизненного цикла 30.10.2012/ 14.01.2020г. Базовый пакет программ Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия №61541869 от 15.02.2013. Договор № 01-эа/13 от 25.02.2013г. Дата начала/окончания жизненного цикла 09.01.2013/ 11.04.2023г. MathWorks Matlab. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Учебный комплект КОМПАС-3D. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. AnyLogic 7 Educational. Договор 76-эа/14 от 12.01.2015. Microsoft Visio профессиональный 2013. Договор 130-эа/13 от 28.11.2013. Подписка Microsoft Azure DevTool for Teaching на 3 года (дата окончания 20.02.2022)

13. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.