

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Химическая технология»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета ФЭ

_____ / Н.М. Верещагин

«__» _____ 20__ г

Заведующий кафедрой ХТ

_____ / В.В. Коваленко

«25» 06 2020 г



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

_____ / А.В. Корячко

«__» _____ 20__ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

Б1. В.07 «Моделирование химико-технологических процессов»

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки

Химическая технология природных энергоносителей
и углеродных материалов

Уровень подготовки

Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки № 1005 от 11.08.2016 г.

Разработчик
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ
протокол № 8 от 22.05 2020г

Заведующий кафедрой
«Химическая технология»,
к.т.н., доцент



В.В. Коваленко

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА.

Рабочая программа по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академического бакалавриата «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005.

Цель изучения дисциплины: Основной целью является освоение бакалаврами вопросов моделирования сложных химико-технологических процессов, которые в свою очередь формируют профессиональный уровень выпускника университета.

Задачи изучения дисциплины:

- овладение знаниями в области моделирования процессов и аппаратов химической технологии, составления и оптимизации математических моделей, использования современных математических программных пакетов в моделировании;
- формирование профессиональных навыков моделирования химико-технологических процессов, организации и проведения эксперимента, анализу и обработке данных с использованием современных информационных технологий.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	<p><u>Знать:</u> методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в;</p> <p><u>Уметь:</u> применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач;</p> <p><u>Владеть:</u> навыками работы с компьютером как средством управления информацией</p>
ПК-2	готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	<p><u>Знать:</u> основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;</p> <p><u>Уметь:</u> применять аналитические и численные методы решения поставленных задач .</p> <p><u>Владеть:</u> навыками работы с прикладными программными средствами сферы профессиональной деятельности.</p>
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	<p><u>Знать:</u> методы обработки результатов эксперимента и оценки их погрешности;</p> <p><u>Уметь:</u> планировать и проводить физические и химические эксперименты;</p> <p><u>Владеть:</u> методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>

	и экспериментального исследования	
ПК-23	готовностью использовать информационные технологии при разработке проектов	<p><u>Знать:</u> методы моделирования химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;</p> <p><u>Уметь:</u> грамотно формулировать решаемые на компьютере задачи;</p> <p><u>Владеть:</u> средствами оформления получаемых на компьютере результатов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 дисциплин, базируется на курсах цикла естественно-научных дисциплин, читается в 8 семестре.

Дисциплина базируется на результатах изучения естественно-научных дисциплин «Математика», «Информатика», базовых химико-технологических дисциплин: "Основы химической технологии", "Математические методы в химической технологии", "Основы научных исследований и проектирования".

Для успешного усвоения дисциплины студент должен

знать:

- основные химические производства, физико-химические основы процессов отрасли, аппараты, реакторы, технологические процессы и производства отрасли;
- программные средства инженерной и компьютерной графики; основы работы в локальных и глобальных сетях;

уметь:

- выполнять и читать чертежи технических изделий и схем технологических процессов, использовать средства компьютерной графики для изготовления чертежей;
- рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;

владеть:

- современными программными средствами инженерной и компьютерной графики;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами определения технологических показателей процесса;

Освоение данной дисциплины как предшествующей необходимо для успешного прохождения практики и при выполнении квалификационной работы бакалавра.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов;
- методы идентификации математических описании технологических процессов на основе экспериментальных данных;

- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей;

- основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства;

уметь:

- применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической технологии;

- рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;

владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;
- методами анализа эффективности работы химических производств.

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» является базой для итоговой аттестации, а в том числе для подготовки и выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (4 ЗЕ) или 144 часа.

Вид учебной работы	Очная форма
Лекции	16
Лабораторные	16
Практические	16
Иная контактная работа	0,65
Консультирование перед экзаменом	2
Итого ауд.	50,65
Контактная работа	50,65
Самостоятельная работа	37,3
Часы на контроль	44,35
Письменная работа на курсе	11,7
Итого	144
Вид промежуточной аттестации	Экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1 Типовые задачи системотехники химических производств	Классификация химико-технологических процессов (ХТП) по структуре и типу функционирования. Типовые задачи математического моделирования ХТП: анализ, синтез, оптимизация. Модели ХТП. Технологические операторы и технологические связи. Операторные схемы. Классификация рециклов.
2 Расчет материально-энергетических балансов ХТП.	Основные способы постановки задачи расчета материальных и тепловых балансов (МТБ) ХТП. Итерационные методы расчёта ХТП. Матричные методы расчета балансов. Классификация параметров, описывающих функционирование ХТП, операционные матрицы, матричная модель ХТП.
3 Топологические методы анализа ХТП	Основные положения теории графов. Представление структуры ХТП с помощью графа. Поточковые графы, информационные графы, сигнальные графы. Циклические поточковые графы (ЦПГ). Расчет материально-энергетических балансов с использованием ЦПГ.
4 Универсальные моделирующие программы	Состав универсальных моделирующих программ. Универсальная моделирующая программа PRO/II. Методы расчета термодинамических свойств. Общая последовательность действий при создании модели ХТП. Данные по технологическим аппаратам. Моделирование колонны. Решение оптимизационных задач в нефтепереработке.

4.2 Разделы дисциплины, виды занятий и трудоемкость Очная форма

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СР	
			Всего	Лекции	ПР	ЛР	ИКР		Консульт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Типовые задачи системотехники химических производств	14	4	2	2	-			10
2	Расчет материально-энергетических балансов ХТП.	16	6	4	2	-			10
3	Топологические методы анализа ХТП	14	4	4	-	-			10
4	Универсальные моделирующие программы	41,3	34	6	12	16			7,3
	Курсовая работа	12	0,3				0,3		11,7
	Экзамен и консультация	46,7	2,35				0,35	2	44,35
	ВСЕГО	144	50,65	16	16	16	0,65	2	93,35

4.3. Лабораторный практикум

№	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	4	Изучение интерфейса программы PRO/II	4
1	4	Построение технологической схемы	4
2	4	Моделирование сепаратора	4
4	4	Моделирование колонны в программе PRO II	4
		Итого	16

4.4. Практические работы

№	№ раздела	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1	4	Подготовка данных для ввода в программу PRO/II	4
2	4	Выбор термодинамической модели	2
3	4	Обработка результатов моделирования	4
4	4	Моделирование трубопровода	2
5	4	Моделирование теплообменника в программе СОСО	4
		Итого	16

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний; освоению умений по дисциплине.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, семинарских и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, семинарам и практическим занятиям, докладов, подготовке к зачёту, экзамену и выполнению курсовой работы.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются: доработка конспекта лекции с применением учебника, методической и дополнительной литературы; самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем курса составление аналитического отчета по темам, результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным и практическим работам; подготовка курсовой работы.

5.1 Наименование тем, форма отчетности и трудоемкость самостоятельных занятий обучающихся

№ пп	№ разд.	Наименование тем и вид самостоятельных занятий	Форма контроля	Трудоем-
------	---------	--	----------------	----------

	дисц			кость, час
1	1	Типовые задачи математического моделирования ХТП: анализ, синтез, оптимизация.	результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным и практическим работам, подготовка к курсовой работе	8
2	1	Технологические операторы и технологические связи.	результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным и практическим работам	8
3	1	Операторные схемы. Классификация рециклов.	результаты решения задач, ответы на тестовые задания, отчеты по лабораторным и практическим работам	8
4	2	Основные способы постановки задачи расчета материальных и тепловых балансов ХТП.	аналитический отчет, результаты решения задач	8
5	2	Итерационные методы расчёта ХТП.	аналитический отчет, результаты решения задач	8
6	2	Классификация параметров, описывающих функционирование ХТП	аналитический отчет, результаты решения задач	8
7	3	Основные положения теории графов. Представление структуры ХТП с помощью графа.	аналитический отчет, результаты решения задач	8
8	3	Расчет материально-энергетических балансов с использованием ЦПГ.	аналитический отчет, результаты решения задач	8
9	4	Конвективный перенос тепла.	аналитический отчет, результаты решения задач	8
10	4	Подобное преобразование уравнений конвективного теплообмена. Критерии теплового подобия.	аналитический отчет, результаты решения задач	8
11	4	Построение технологической схемы	отчеты по лабораторным и практическим работам, подготовка к курсовой работе	8
12	4	Моделирование сепаратора	отчеты по лабораторным и практическим работам, подготовка к курсовой работе	8
		Итого		96

5.2 Требования к выполнению курсовой работы

Курсовая работа (КР) выполняется по моделированию химико-технологических процессов. В курсовой работе студенты используют теоретический материал курса и навыки расчетов, приобретенные на практических занятиях, в учебных лабораториях и на нефтеперерабатывающем предприятии во время производственных практик.

5.3 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельных занятий

Учебные пособия, рекомендуемые для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов», содержат необходимый теоретический материал, задачи для решения и контрольные вопросы по каждому из разделов дисциплины. Результаты решения задач и ответы на вопросы тестовых заданий контролируются преподавателем на предмет оценки формирования контролируемых компетенций (п.1).

1. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2009. — 144 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13289>. — Загл. с экрана.

2. Моделирование технологических схем в УМП ПРО/П: методические указания к лабораторным работам / РГРТУ; сост.: Вик.В.Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А.Шашкина. Рязань, 2016. – 16 с. (4 работы)

1. Лызлова М.В., Логинов В.С. Процессы и аппараты химической технологии : метод. указ. к практ. занятиям / РГРТУ. - Рязань, 2014. - 76с.

2. Лызлова М.В., Логинов В.С. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» : метод. указ. к практ. занятиям / РГРТУ. - Рязань, 2014. - 16с.

3. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Самой-

лов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37356>. — Загл. с экрана.

3. Натареев, С.В. Моделирование и расчет процессов химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Натареев. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ, 2008. — 144 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4502>. — Загл. с экрана.

4. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Гумеров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/41014>. — Загл. с экрана.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Основная литература:

1. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ю. Закгейм. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2012. — 304 с. — 978-5-98704-497-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9103.html>

2. Клинов А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 144 с. — 978-5-7882-0774-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62483.html>

3. Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2011. — 99 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13285>. — Загл. с экрана.

7.2 Дополнительная литература

1. Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Н.Н. Зиятдинов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 212 с. — 978-5-7882-0806-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62670.htm>

2. Моделирование технологических схем в УМП PRO/II [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам/ Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: Вик.В. Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А. Шашкина. Рязань, 2016. - 16 с. — Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/1143>

3. . 5025 Моделирование технологических схем в УМП PRO/II: методические указания к лабораторным работам / РГРТУ; сост.: Вик.В.Коваленко, Н.Ю.Кулавина, Г.А.Шашкина. Рязань, 2016. – 16 с. (4 работы)Баландина Н.В. Основы экспериментальных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Баландина. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 113 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62983.html>

8. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для изучения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>

2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины)

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте ока-

зались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в две недели). Расписание консультаций вывешивается на весь семестр на доске объявлений лаборатории по дисциплине. В конце консультации проводится тест по теме, при успешном прохождении которого тема считается изученной.

К каждой лабораторной работе необходимо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Лицензионное программное обеспечение:

1. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лицензионное программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows XP/Win7(лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
2. Microsoft Office, Open Office или Microsoft Office Starter; (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019); или (лицензия LGPL). – Режим доступа: <http://www.gt.io/ru/download-open-source>
3. MS Visio; Операционная система Microsoft Windows XP/Win7(лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019); или (лицензия LGPL). – Режим доступа: <http://www.gt.io/ru/download-open-source>
4. SmathStudio; Операционная система Microsoft Windows XP/Win7(лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019); или (лицензия LGPL). – Режим доступа: <http://www.gt.io/ru/download-open-source>
5. Виртуальные лабораторные стенды Транзас LabWorks; (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019)

6 УМП PRO II/ Договор № LS-RU/KVA/0914-R/493-94 от 30.09.2014 с 23 октября по 22 октября 2014 года по 2019 года ПО PES сетевая на 15 рабочих мест

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/ слайдов;
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, интерактивная доска)

2.Лабораторные работы

Лаборатория компьютерных технологий (ауд. 328), 14 рабочих мест. Лаборатория оснащена следующим оборудованием: персональные компьютеры 14 шт. с операционной системой MicrosoftWindowsXP/Win7.

Установлены пакеты прикладных программ: OpenOffice; Microsoft Office Starter, MS Visio, T-FlexCAD Учебная версия; локальная сеть с выходом в Интернет.

Многофункциональное устройство формата А3; проектор; экран; лазерный принтер; сканеры; кондиционеры.

3. Аудитория лекционная (ауд. 321). Установлены проектор, экран, кондиционеры

4. Прочее

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.