

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1161181	Молекулярное моделирование в разработке инновационных лекарственных средств и перспективных материалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки 2. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки 3. Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки	Код ОП 1. 04.04.01/33.05 2. 18.04.01/33.12 3. 19.04.01/33.07
Направление подготовки 1. Химия; 2. Химическая технология; 3. Биотехнология	Код направления и уровня подготовки 1. 04.04.01; 2. 18.04.01; 3. 19.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Даринцева Анна Борисовна	кандидат химических наук	доцент	технологии электрохимических производств
3	Козицина Алиса Николаевна	доктор химических наук, доцент	заведующий кафедрой	аналитической химии
4	Сараева Светлана Юрьевна	кандидат химических наук, доцент	доцент	аналитической химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Молекулярное моделирование в разработке инновационных лекарственных средств и перспективных материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части ОП по выбору студента и включает в себя дисциплины: «Компьютерное моделирование в дизайне биологически активных веществ», «Моделирование квантово-химическими методами структур и перспективных материалов фармацевтики и биотехнологий». В рамках модуля изучаются теоретические основы и практические возможности современных подходов в разработке лекарств, а также материалов фармацевтики и биотехнологий с привлечением методов молекулярного моделирования, квантовой химии и машинного обучения. Рассматриваются математические модели, лежащие в основе методов. Подробно изучаются основы и принципы методов молекулярного моделирования, практическое применение методов, их ограничения, основное программное обеспечение и библиотеки для рутинных операций и специфических задач.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Компьютерное моделирование в дизайне биологически активных веществ	3
2	Моделирование квантово-химическими методами структур и перспективных материалов фармацевтики и биотехнологий	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Биоинженерия2. Медицинская и фармацевтическая химия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Биотехнология в получении лекарственных средств2. Основные аспекты в синтезе лекарственных веществ3. Основные аспекты медицинской биотехнологии4. Комплексное физико-химическое исследование и экспертная оценка органических соединений5. Инструментальные методы исследования6. Проектный интенсив - ВС

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Компьютерное моделирование в дизайне биологически активных веществ	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии</p>

<p>процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p>

<p>процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p>

		<p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>
	<p>ПК-4 - Способен осуществлять поиск научно-технической информации о существующих лекарственных формах и сырье для их производства и разрабатывать рецептуру нового лекарственного средства</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-3 - Изложить теоретические основы физико-химических методов анализа с использованием современных мультимедийных материалов</p> <p>У-2 - Анализировать альтернативные варианты синтеза биологически активных соединений</p> <p>У-3 - Выбирать методы и приборы при разработке и контроле качества лекарственных средств исходя из структуры вещества</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор современных методов создания БАВ, включая атомэкономные приемы</p> <p>П-3 - Структурировать научный поиск при синтезе новых биоорганических соединений</p> <p>П-4 - Использовать методы литературного поиска новой информации, с привлечением современных Internet технологий</p>
	<p>ПК-4 - Способен осуществлять поиск научно-технической информации о существующих лекарственных формах и сырье для их производства и разрабатывать рецептуру</p>	<p>З-3 - Изложить теоретические основы физико-химических методов анализа с использованием современных мультимедийных материалов</p> <p>У-2 - Анализировать альтернативные варианты синтеза биологически активных соединений</p>

<p>нового лекарственного средства</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>У-3 - Выбирать методы и приборы при разработке и контроле качества лекарственных средств исходя из структуры вещества</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор современных методов создания БАВ, включая атомэкономные приемы</p> <p>П-3 - Структурировать научный поиск при синтезе новых биоорганических соединений</p> <p>П-4 - Использовать методы литературного поиска новой информации, с привлечением современных Internet технологий</p>
<p>ПК-4 - Способен осуществлять поиск научно-технической информации о существующих лекарственных формах и сырье для их производства и разрабатывать рецептуру нового лекарственного средства</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-3 - Изложить теоретические основы физико-химических методов анализа с использованием современных мультимедийных материалов</p> <p>У-2 - Анализировать альтернативные варианты синтеза биологически активных соединений</p> <p>У-3 - Выбирать методы и приборы при разработке и контроле качества лекарственных средств исходя из структуры вещества</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор современных методов создания БАВ, включая атомэкономные приемы</p> <p>П-3 - Структурировать научный поиск при синтезе новых биоорганических соединений</p> <p>П-4 - Использовать методы литературного поиска новой информации, с привлечением современных Internet технологий</p>
<p>ПК-13 - Способен разрабатывать проекты биотехнологического производства с учетом внедрения инновационных энергосберегающих технологий</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии:</p>	<p>З-3 - Представлять основные химические, физические и технические аспекты промышленного производства лекарственных веществ с учетом сырьевых и энергетических затрат</p> <p>З-4 - Изложить современное состояние и перспективы развития технологии лекарственных веществ"</p> <p>З-5 - Привести стратегии создания новых лекарственных препаратов</p>

	<p>исследования и разработки)</p>	<p>У-2 - Анализировать отечественный и зарубежный опыт в области технологий получения лекарственных веществ</p> <p>У-3 - Распознавать структурные фрагменты в молекулах органических соединений, определяющие их фармакологическое действие</p> <p>У-4 - Выбирать оптимальные химические технологии получения лекарственных веществ"</p> <p>У-5 - Прогнозировать биологическую активность исходя из химической структуры вещества</p> <p>П-1 - Разрабатывать технологическую документацию в связи с оптимизацией и совершенствованием технологического процесса получения лекарственных веществ</p> <p>П-2 - Разрабатывать новые пути получения лекарственных веществ</p> <p>П-3 - Производить анализ существующего процесса производства лекарственных средств для определения возможных решений его оптимизации</p>
	<p>ПК-13 - Способен разрабатывать проекты биотехнологического производства с учетом внедрения инновационных энергосберегающих технологий</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-3 - Представлять основные химические, физические и технические аспекты промышленного производства лекарственных веществ с учетом сырьевых и энергетических затрат</p> <p>З-4 - Изложить современное состояние и перспективы развития технологии лекарственных веществ</p> <p>З-5 - Привести стратегии создания новых лекарственных препаратов</p> <p>У-2 - Анализировать отечественный и зарубежный опыт в области технологий получения лекарственных веществ</p> <p>У-3 - Распознавать структурные фрагменты в молекулах органических соединений, определяющие их фармакологическое действие</p> <p>У-4 - Выбирать оптимальные химические технологии получения лекарственных веществ</p>

		<p>У-5 - Прогнозировать биологическую активность исходя из химической структуры вещества</p> <p>П-1 - Разрабатывать технологическую документацию в связи с оптимизацией и совершенствованием технологического процесса получения лекарственных веществ</p> <p>П-2 - Разрабатывать новые пути получения лекарственных веществ</p> <p>П-3 - Производить анализ существующего процесса производства лекарственных средств для определения возможных решений его оптимизации</p>
	<p>ПК-13 - Способен разрабатывать проекты биотехнологического производства с учетом внедрения инновационных энергосберегающих технологий</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-3 - Представлять основные химические, физические и технические аспекты промышленного производства лекарственных веществ с учетом сырьевых и энергетических затрат</p> <p>З-4 - Изложить современное состояние и перспективы развития технологии лекарственных веществ</p> <p>З-5 - Привести стратегии создания новых лекарственных препаратов</p> <p>У-2 - Анализировать отечественный и зарубежный опыт в области технологий получения лекарственных веществ</p> <p>У-3 - Распознавать структурные фрагменты в молекулах органических соединений, определяющие их фармакологическое действие</p> <p>У-4 - Выбирать оптимальные химические технологии получения лекарственных веществ</p> <p>У-5 - Прогнозировать биологическую активность исходя из химической структуры вещества</p> <p>П-1 - Разрабатывать технологическую документацию в связи с оптимизацией и совершенствованием технологического процесса получения лекарственных веществ</p> <p>П-2 - Разрабатывать новые пути получения лекарственных веществ</p>

		<p>П-3 - Производить анализ существующего процесса производства лекарственных средств для определения возможных решений его оптимизации</p>
<p>Моделирование квантово-химическими методами структур и перспективных материалов фармацевтики и биотехнологий</p>	<p>ПК-3 - Способен проводить валидацию методик контроля качества сырья, материалов, производственной среды и лекарственных средств</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-3 - Сформулировать принципы разработки и постановки на производство новых лекарственных средств (фармакологические, фармацевтические аспекты и технологические аспекты)</p> <p>З-4 - Привести стратегии создания новых лекарственных препаратов</p> <p>З-5 - Представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства лекарственных веществ с учетом сырьевых и энергетических затрат</p> <p>У-3 - Правильно интерпретировать полученные знания об основах фармакокинетики и фармакодинамики</p> <p>У-4 - Прогнозировать биологическую активность исходя из химической структуры вещества</p> <p>У-5 - Распознавать структурные фрагменты в молекулах органических соединений, определяющие их фармакологическое действие</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации к рецептуре нового фармацевтического состава и его лекарственной формы</p> <p>П-4 - Производить анализ существующего процесса производства лекарственных средств для определения возможных решений его оптимизации</p> <p>П-5 - Структурировать научный поиск при синтезе новых органических соединений</p>
	<p>ПК-3 - Способен проводить валидацию методик контроля качества сырья, материалов, производственной среды и лекарственных средств</p> <p>(Живые системы. Перспективные</p>	<p>З-3 - Сформулировать принципы разработки и постановки на производство новых лекарственных средств (фармакологические, фармацевтические аспекты и технологические аспекты)</p> <p>З-4 - Привести стратегии создания новых лекарственных препаратов</p>

	<p>химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-5 - Представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства лекарственных веществ с учетом сырьевых и энергетических затрат</p> <p>У-3 - Правильно интерпретировать полученные знания об основах фармакокинетики и фармакодинамики</p> <p>У-4 - Прогнозировать биологическую активность исходя из химической структуры вещества</p> <p>У-5 - Распознавать структурные фрагменты в молекулах органических соединений, определяющие их фармакологическое действие</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации к рецептуре нового фармацевтического состава и его лекарственной формы</p> <p>П-4 - Производить анализ существующего процесса производства лекарственных средств для определения возможных решений его оптимизации</p> <p>П-5 - Структурировать научный поиск при синтезе новых органических соединений</p>
	<p>ПК-3 - Способен проводить валидацию методик контроля качества сырья, материалов, производственной среды и лекарственных средств</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-3 - Сформулировать принципы разработки и постановки на производство новых лекарственных средств (фармакологические, фармацевтические аспекты и технологические аспекты)</p> <p>З-4 - Привести стратегии создания новых лекарственных препаратов</p> <p>З-5 - Представлять основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства лекарственных веществ с учетом сырьевых и энергетических затрат</p> <p>У-3 - Правильно интерпретировать полученные знания об основах фармакокинетики и фармакодинамики</p> <p>У-4 - Прогнозировать биологическую активность исходя из химической структуры вещества</p>

		<p>У-5 - Распознавать структурные фрагменты в молекулах органических соединений, определяющие их фармакологическое действие</p> <p>П-3 - Разрабатывать рекомендации к рецептуре нового фармацевтического состава и его лекарственной формы</p> <p>П-4 - Производить анализ существующего процесса производства лекарственных средств для определения возможных решений его оптимизации</p> <p>П-5 - Структурировать научный поиск при синтезе новых органических соединений</p>
	<p>ПК-6 - Способен организовать проведение контроля качества лекарственных средств на всех стадиях производства</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-2 - Изложить основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства</p> <p>У-2 - Применять методы и алгоритмы оптимизации, а также соответствующие пакеты прикладных программ для проектирования и управления химическим производством</p> <p>У-3 - Выбирать оптимальные методы синтеза целевых продуктов, соответствующее оборудование, вспомогательные процедуры, мероприятия, обеспечивающие технику безопасности и меры, предусматривающие охрану окружающей среды</p> <p>У-6 - Систематизировать информацию о контроле качества исходного сырья и вспомогательных материалов, реализуемых при различных системах качества на предприятии</p> <p>П-1 - Осуществлять сбор информации и её анализ о методах получения и выращивания новых культур растительных и животных клеток с целью получения БАВ при выполнении и руководстве НИР</p> <p>П-2 - Предлагать методы управления действующими технологическими процессами производства органических веществ, обладающих различной активностью, обеспечивающими выпуск</p>

		продукции, отвечающей требованиям стандартов
ПК-6 - Способен организовать проведение контроля качества лекарственных средств на всех стадиях производства (Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)	З-2 - Изложить основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства У-2 - Применять методы и алгоритмы оптимизации, а также соответствующие пакеты прикладных программ для проектирования и управления химическим производством У-3 - Выбирать оптимальные методы синтеза целевых продуктов, соответствующее оборудование, вспомогательные процедуры, мероприятия, обеспечивающие технику безопасности и меры, предусматривающие охрану окружающей среды У-6 - Систематизировать информацию о контроле качества исходного сырья и вспомогательных материалов, реализуемых при различных системах качества на предприятии П-1 - Осуществлять сбор информации и её анализ о методах получения и выращивания новых культур растительных и животных клеток с целью получения БАВ при выполнении и руководстве НИР П-2 - Предлагать методы управления действующими технологическими процессами производства органических веществ, обладающих различной активностью, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов	
ПК-6 - Способен организовать проведение контроля качества лекарственных средств на всех стадиях производства (Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и	З-2 - Изложить основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства У-2 - Применять методы и алгоритмы оптимизации, а также соответствующие пакеты прикладных программ для проектирования и управления химическим производством	

	<p>биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>У-3 - Выбирать оптимальные методы синтеза целевых продуктов, соответствующее оборудование, вспомогательные процедуры, мероприятия, обеспечивающие технику безопасности и меры, предусматривающие охрану окружающей среды</p> <p>У-6 - Систематизировать информацию о контроле качества исходного сырья и вспомогательных материалов, реализуемых при различных системах качества на предприятии</p> <p>П-1 - Осуществлять сбор информации и её анализ о методах получения и выращивания новых культур растительных и животных клеток с целью получения БАВ при выполнении и руководстве НИР</p> <p>П-2 - Предлагать методы управления действующими технологическими процессами производства органических веществ, обладающих различной активностью, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов</p>
	<p>ПК-14 - Способен разрабатывать техническую документацию проектных работ и проектировать опытные, опытно-промышленные и промышленные установки биотехнологического производства</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-1 - Перечислять и дать краткую характеристику основного технологического оборудования и вспомогательных систем, использующихся в выполняемом технологическом процессе</p> <p>У-1 - Учитывать записи по работоспособности технологического оборудования и помещений, используемых в технологическом процессе</p> <p>П-1 - Выполнять разработку, технологических инструкций производства лекарственных средств</p>
	<p>ПК-14 - Способен разрабатывать техническую документацию проектных работ и</p>	<p>З-1 - Перечислять и дать краткую характеристику основного технологического оборудования и</p>

	<p>проектировать опытные, опытно-промышленные и промышленные установки биотехнологического производства</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>вспомогательных систем, использующихся в выполняемом технологическом процессе</p> <p>У-1 - Учитывать записи по работоспособности технологического оборудования и помещений, используемых в технологическом процессе</p> <p>П-1 - Выполнять разработку, технологических инструкций производства лекарственных средств</p>
	<p>ПК-14 - Способен разрабатывать техническую документацию проектных работ и проектировать опытные, опытно-промышленные и промышленные установки биотехнологического производства</p> <p>(Живые системы. Перспективные химико-фармацевтические и биотехнологии: исследования и разработки)</p>	<p>З-1 - Перечислять и дать краткую характеристику основного технологического оборудования и вспомогательных систем, использующихся в выполняемом технологическом процессе</p> <p>У-1 - Учитывать записи по работоспособности технологического оборудования и помещений, используемых в технологическом процессе</p> <p>П-1 - Выполнять разработку, технологических инструкций производства лекарственных средств</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Компьютерное моделирование в дизайне
биологически активных веществ

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза
2	Буторин Илья Игоревич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	Научно- образовательный и инновационный центр химико- фармацевтически х технологий
3	Даринцева Анна Борисовна	кандидат химических наук	доцент	технологии электрохимически х производств
4	Тания Ольга Сергеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	органической и биомолекулярной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 7 от 23.09.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Безматерных Максим Алексеевич, Доцент, технологии органического синтеза**
- **Буторин Илья Игоревич, Старший преподаватель, Научно-образовательный и инновационный центр химико-фармацевтических технологий**
- **Даринцева Анна Борисовна, доцент, технологии электрохимических производств**
- **Тания Ольга Сергеевна, Доцент, органической и биомолекулярной химии**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*
Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение в хемоинформатику и направленную разработку БАВ	
1.1	Drug design: современные методы разработки лекарств и историческая ретроспектива	История развития подходов к разработке лекарств и связь с другими дисциплинами. Современное состояние методов дизайна лекарств: LBDD, SBDD. Поиск мишеней. Методы компьютерного моделирования в разработке. Хемоинформатика, биоинформатика, молекулярное моделирование. Предметные области, решаемые задачи и ограничения групп методов.
1.2	Компьютерное представление химической информации	Способы представления и хранения химической информации. Теория графов. Записи SMILES, SMARTS, InChI. Молекулярные отпечатки и структурные ключи. Поиск по подобию, подструктуре, надструктуре.
1.3	Дескрипторы	Дескрипторы: основные понятия, классификация, отбор. Фармакофоры и 2D/3D дескрипторы химической структуры.

1.4	Введение в анализ данных	Химические базы данных. Химическое пространство. «Сырые» данные. Методы стандартизации и нормализации. Методы снижения размерности PCA и PLS.
1.5	Лиганд-ориентированный дизайн лекарств: моделирование «структура-свойство»	Машинное обучение. Принципиальная схема построения QSAR/QSPR-модели. Понятие «признака» и «свойства» объекта. Задачи классификации и регрессии. Основные методы машинного обучения, ограничения и чувствительность к данным. Обучение, тестирование, валидация модели. Область применимости. Оценка качества моделирования. Критерии Трощи. Библиотеки и ПО для быстрого вхождения в МО.
2	Введение в биоинформатику и молекулярное моделирование	
2.1	Методы биоинформатики	История биоинформатики. Предметная область, решаемые задачи, в т.ч. в дизайне лекарств. Оценка подобия биологических объектов. Выравнивание РНК, ДНК, аминокислотных последовательностей. Алгоритм Нидлмана-Вунша. Проблема фолдинга. Гомологичное моделирование белков. Инструменты решения типичных биоинформатических задач.
2.2	Молекулярное моделирование	Белки. Классификация. Механизмы действия терапевтических агентов. Модели «ключ-замок» и «рука-перчатка». Молекулярный докинг и динамика как основные методы молекулярного моделирования. Области применения и ограничения методов. Распространенные инструменты для работы и анализа результатов.
2.3	Молекулярный докинг	Понятие докинга. Роль метода в дизайне лекарств. Классификация. Ограничения метода. Оценочные функции и алгоритмы поиска. Поиск мишени. Подготовка данных. Способы валидации метода. Количественная и качественная оценка результатов. Основное ПО для работы.
2.4	Молекулярная динамика	Суть метода. Ограничения метода. NVT и NPT ансамбли. Подготовка белка к динамике. Типовые параметры. Инструменты и сервисы для проведения работы. Оценка результатов. Сервисы и ПО для проведения молекулярной динамики.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерное моделирование в дизайне биологически активных веществ

Электронные ресурсы (издания)

1. Порозов, , Ю. Б.; Биоинформатика; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2012; <http://www.iprbookshop.ru/65798.html> (Электронное издание)
2. Володченкова, , Л. А.; Биоинформатика : учебное пособие.; Издательство Омского государственного университета, Омск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/108109.html> (Электронное издание)
3. Игнасимуту, , С., Чумичкин, , А. А.; Основы биоинформатики; Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, Москва, Ижевск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/91970.html> (Электронное издание)
4. Боженко, , К. В.; Основы квантовой химии : учебное пособие.; Российский университет дружбы народов, Москва; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/11404.html> (Электронное издание)
5. Венер, , М. В.; Строение молекул и основы квантовой химии : учебное пособие.; Московский городской педагогический университет, Москва; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/26626.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Цирельсон, В. Г.; Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по химико-технологическим направлениям и специальностям.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2010 (6 экз.)
2. Нейн, Ю. И., Костерина, М. Ф.; Компьютерное представление химической информации : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 18.03.01 "Химическая технология", 19.03.01 "Биотехнология".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (10 экз.)
3. Игнасимуту, С., Чумичкин, А. А.; Основы биоинформатики; Институт компьютерных исследований : Регулярная и хаотическая динамика, Москва ; Ижевск; 2007 (3 экз.)
4. Леск, А., Миронов, А. А., Швядос, В. К.; Введение в биоинформатику : [учебник].; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2013 (10 экз.)
5. Каменская, М. А., Каменский, А. А.; Информационная биология : учеб. пособие для вузов.; Академия, Москва; 2006 (6 экз.)
6. Лимановская, О. В., Обабков, И. Н.; Основы машинного обучения : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия; 09.03.03 - Прикладная информатика; 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии; 09.04.02 - Информационные системы и технологии.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>– база данных биотехнологической информации
2. <https://www.ebi.ac.uk/chembl/> - химическая база данных биоактивных молекул
3. <https://www.uniprot.org/> - база данных белковых последовательностей
4. <https://www.rcsb.org/> - база данных структурной информации о белках и белок-лигандных комплексов

5. <https://www.genome.jp/kegg/> - энциклопедия генов и геномов Киото; сигнальные и метаболические пути.
6. <https://swissmodel.expasy.org/> - сервер для гомологичного моделирования белков
7. <https://proteins.plus/> - веб-сервис для анализа белков, белок-лигандных комплексов и докинга.
8. <https://mmb.irbbarcelona.org/MDWeb/index.php> - сервер для коротких расчетов молекулярной динамики
9. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учебное пособие для вузов : учебное пособие / В. Г. Цирельсон. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 522 с. — ISBN 978-5-93208-518-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172254> (дата обращения: 30.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Нейн, Ю. И. Компьютерное представление химической информации : учебное пособие / Ю. И. Нейн, М. Н. Иванцова ; под общ. ред. М. Ф. Костериной ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. — 146 с. : табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=611086> (дата обращения: 30.11.2021). — Библиогр. в кн. — Текст : электронный.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

База данных по трехмерным структурам белков (PDB) – <http://www.rcsb.org>.

Международная база данных по первичной структуре и функциям белков (SWISS-PROT), 3D структуры ферментов – www.swissprot.com, http://web.expasy.org/docs/swiss-prot_guideline.html.

Карта биохимических метаболических путей – <http://web.expasy.org/pathways/>.

База данных по свойствам ферментов – <http://enzyme.expasy.org/>.

Молекулярная биология клетки – <http://lib.e-science.ru/book/104/cont/>.

База знаний по биологии человека – <http://humbio.ru/>.

Биоинформатика – <http://www.bioinformatix.ru/>.

Институт биологии гена РАН – <http://www.ras.ru/biogen/ibg.html>.

Институт биоорганической химии РАН – <http://www.ibch.ru/>.

Институт цитологии и генетики СО РАН – <http://www.bionet.nsc.ru/>.

Сервер лаборатории теоретической генетики СО РАН – <http://www.mgs.bionet.nsc.ru/>.

Пушинский научный центр РАН – <http://www.psn.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерное моделирование в дизайне биологически активных веществ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет браузеры: Google Chrome, Firefox	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет браузеры: Google Chrome, Firefox	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		браузеры: Google Chrome, Firefox	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры: Google Chrome, Firefox</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры: Google Chrome, Firefox</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование квантово-химическими
методами структур и перспективных
материалов фармацевтики и биотехнологий

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Иванова Алла Владимировна	доктор химических наук, доцент	Профессор	Кафедра аналитической химии
2	Козицина Алиса Николаевна	доктор химических наук, доцент	заведующий кафедрой	аналитической химии
3	Сараева Светлана Юрьевна	кандидат химических наук, доцент	доцент	аналитической химии
4	Цмокалюк Антон Николаевич	без ученой степени, без ученого звания	Преподавате ль	Кафедра аналитической химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 7 от 23.09.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Иванова Алла Владимировна, Профессор, аналитической химии
- Козицина Алиса Николаевна, заведующий кафедрой, аналитической химии
- Сараева Светлана Юрьевна, доцент, аналитической химии
- Цмокалюк Антон Николаевич, Преподаватель, аналитической химии

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основы квантовой механики	
1.1	Волновая функция	Основные понятия и подходы квантовой механики. Волна де Бройля. Волновая функция
1.2	Уравнение Шредингера	Уравнение Шредингера для молекулы. Метод молекулярных орбиталей. Адиабатическое приближение Бора-Оппенгеймера. Шредингера. Границы применимости адиабатического приближения
2	Методы квантово-химических расчетов молекул	
2.1	Метод Хартри-Фока	Решение стационарного уравнения Шредингера для молекулы. Детерминант Слэйттера. Метод Хартри-Фока. Общие положения метода. Решение для систем с закрытыми и открытыми оболочками. Самосогласованное поле (ССП)
2.2	Базисные функции	Базисные функции. Орбиталь Слэйттера. Стандартные базисные наборы гауссовских функций. Минимальный базисный набор. Наборы Попла, Даннинга, Карлсруэ. Валентно-расщепленные базисы. Содержащие поляризационные, диффузные функции. Выбор набора базисных функций для расчета.

2.3	Современные квантовые методы моделирования	Современные квантовые методы: ab initio: конфигурационного взаимодействия, теории возмущений; полуэмпирические, функционала плотности ТФП. Гибридные функционалы. Эффективность методов DFT. Реализация различных методов расчета в программных продуктах Orca, Gaussian.
3	Моделирование физико-химических свойств	
3.1	Моделирование электронной структуры молекулы	Различные типы расчетов: оптимизированной геометрической конфигурация, колебательных частот ядер и термодинамических параметров молекулы. Электронная плотность, электронная заселенность, матрица плотности, электростатический потенциал. Анализ заселенностей по Малликену. Другие методы расчета заряда. Анализ молекулярных свойств данной молекулярной геометрии
3.2	Симуляция ЭПР/ЯМР-спектров	Моделирование ЭПР- и ЯМР- спектров молекул в программах ORCA и Gaussian. Определение данных для моделирования возбужденных состояний (UV-VIS) и анализ результатов в программе Gaussian.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование квантово-химическими методами структур и перспективных материалов фармацевтики и биотехнологий

Электронные ресурсы (издания)

1. Бурмистрова, , Н. А.; Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 «химия».; Издательство Саратовского университета, Саратов; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/106265.html> (Электронное издание)
2. Ширяев, , А. К.; Квантовая механика и квантовая химия : учебно-методическое пособие.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/90518.html> (Электронное издание)
3. Венер, , М. В.; Строение молекул и основы квантовой химии : учебное пособие.; Московский городской педагогический университет, Москва; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/26626.html> (Электронное издание)
4. Боженко, , К. В.; Основы квантовой химии : учебное пособие.; Российский университет дружбы народов, Москва; 2010; <http://www.iprbookshop.ru/11404.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Степанов, Н. Ф.; Квантовая механика и квантовая химия : [Учеб. для вузов].; Мир, Москва; 2001 (71 экз.)

2. Цирельсон, В. Г.; Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по химико-технологическим направлениям и специальностям.; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2010 (6 экз.)
3. Заградник, Р., Розенберг, Е. Л., Бродский, А. М.; Основы квантовой химии; Мир, Москва; 1979 (7 экз.)
4. Бейдер, Бейдер Р., Антипин, М. Ю., Апостолова, Е. С., Бобров, М. Ф., Воронцов, И. И., Лысенко, К. А., Цирельсон, В. Г.; Атомы в молекулах. Квантовая теория; Мир, Москва; 2001 (4 экз.)
5. , Бакулев, В. А., Моржерин, Ю. Ю., Субботина, Ю. О., Мокрушин, В. С.; Квантово-химические расчеты органических молекул : метод. указания по проведению квантово-хим. расчетов в пакете программ CHEMOFFICE/CHEM3D курсов "Квантовая химия", "Компьютер. системы в химии и технологии" для студентов всех форм обучения специальностей 240901, 240401.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2006 (3 экз.)
6. Майер, Майер И., Дарховский, М. Б., Токмачев, А. М., Чугреев, А. Л.; Избранные главы квантовой химии. Доказательства теорем и вывод формул; БИНОМ. Лаборатория знаний, Москва; 2006 (2 экз.)
7. Грибов, Л. А.; Элементы квантовой теории строения и свойств молекул : [учеб. пособие].; Интеллект, Долгопрудный; 2010 (5 экз.)
8. Кларк, Т.; Компьютерная химия : Практ. руководство по расчетам структуры и энергии молекулы.; Мир, Москва; 1990 (2 экз.)
9. Нейн, Ю. И., Моржерин, Ю. Ю., Глухарева, Т. В.; Квантово-химические расчеты органических молекул : учеб.-метод. пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2010 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

ЭПР-спектроскопия, электрохимические и комбинированные методы анализа : учебно-методическое пособие / А. Н. Козицина, А. В. Иванова, Ю. А. Глазырина [и др.] ; под редакцией Ю. А. Глазыриной .— ЭПР-спектроскопия, электрохимические и комбинированные методы анализа, 2026-04-22 .— Электрон. дан. (1 файл) .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018 .— 60 с. ISBN 978-5-7996-2426-2. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35376674>

<https://gaussian.com/man/> - ресурс справочной информации пакета Gaussian

<https://easyspin.org/easyspin/documentation/> - ресурс информационной поддержки пакета EasySpin

<https://webofscience.co/> - Web of Science - поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных

<http://sobereva.com> > multiwfn > - справочное руководство пакета Multiwfn

<https://orcaforum.kofo.mpg.de/> - ресурс программного пакета для расчетов методами квантовой химии ORCA

<https://www.scopus.com/> - Elsevier поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных

<https://elibrary.ru/> - РИНЦ поисковая интернет-платформа, объединяющая реферативные базы данных

<https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-teams/>

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

<http://www.biblioclub.ru>

<http://study.urfu.ru> - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование квантово-химическими методами структур и перспективных материалов фармацевтики и биотехнологий

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет браузеры Google Chrome Firefox	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		<p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>Google Chrome</p> <p>Firefox</p>	
3	Лабораторные занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>Google Chrome</p> <p>Firefox</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p> <p>Google Chrome</p> <p>Firefox</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>браузеры</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p>

		Google Chrome Firefox	
--	--	--------------------------	--