

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Факультет промышленной технологии лекарств

Научно-образовательный центр биофизических исследований в сфере фармацевтики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.01 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИЗАЙНА МОЛЕКУЛ

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Производство фармацевтических препаратов

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2021

Срок получения образования: очная форма обучения – 4 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Разработчики:

Доктор физико-математических наук, профессор Циовкин Ю. Ю.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 922

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Научно-образовательный центр биофизических исследований в сфере фармацевтики	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Васин Андрей Владимирович	Рассмотрено	08.06.2021, № 15
2	Методическая комиссия факультета	Председатель методической комиссии	Алексеева Галина Михайловна	Согласовано	29.06.2021, № 9
3	Кафедра промышленной технологии лекарственных препаратов	Ответственный за образовательную программу	Басевич Анна Викторовна	Согласовано	30.06.2021

Согласование и утверждение образовательной программы

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Марченко Алексей Леонидович	Согласовано	30.06.2021, № 11

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция(и), индикатор(ы) и результаты обучения

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

Знать:

УК-1.5/Зн7 Знать методы и методики анализа поставленных задач в области молекулярного дизайна и способы их решения

Уметь:

УК-1.5/Ум10 Уметь применять оптимальные методы и методики анализа поставленных задач в области молекулярного дизайна и способы их решения

УК-1.5/Ум11 Уметь применять основные методы и методики анализа и моделирования строения веществ

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.02.01 «Физические основы дизайна молекул» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.О.11 Аналитическая химия;

Б1.В.02 Инженерная графика;

Б1.О.04 Информатика;

Б1.О.02 Математика;

Б1.О.08 Методы математического анализа;

Б1.В.03 Основы автоматизированного проектирования элементов технологического оборудования;

Б1.О.10 Основы теории вероятности и математической статистики;

Б1.О.14 Физическая химия;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.ДВ.07.03 Биотрансформация лекарственных веществ;

Б1.В.ДВ.07.02 Введение в фармакологию;

Б1.О.33 Метрологическое обеспечение фармацевтических производств;

Б1.В.ДВ.03.01 Оптические методы в физической химии;

Б1.О.16 Статистические методы обработки данных с использованием программного обеспечения;

Б1.О.14 Физическая химия;

Б1.О.15 Философия;

Б1.В.ДВ.03.02 Химия природных соединений;

Б1.В.ДВ.02.02 Цифровые устройства измерения, контроля и управления;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Период обучения	труд	труд	рабо	занят	ии	теоре	рабо	точн
	оемк	оемк	та	ые	(час	тиче	та	ая ат
Четвертый семестр	108	3	42	24	12	6	64	Зачет (2)
Всего	108	3	42	24	12	6	64	2

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Очная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	риод	теоретического обу	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.	6	2		4			УК-1.5
Тема 1.1. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.	6	2		4			
Раздел 2. Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали.	16	2	4	8	2		УК-1.5
Тема 2.1. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали.	16	2	4	8	2		
Раздел 3. Теория функционала плотности	16	2	4	8	2		УК-1.5

Тема 3.1. Теория функционала плотности	16	2	4	8	2	
Раздел 4. Практическое применение современных методов квантовой химии	22	2	8	12		УК-1.5
Тема 4.1. Практическое применение современных методов квантовой химии	22	2	8	12		
Раздел 5. Общие принципы молекулярного дизайна.	46	4	8	32	2	УК-1.5
Тема 5.1. Общие принципы молекулярного дизайна веществ с заданной биологической активностью	22	2	4	16		
Тема 5.2. Методы молекулярного докинга	24	2	4	16	2	
Итого	106	12	24	64	6	

4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.

Тема 1.1. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.

Основы квантовой механики. Матричная механика Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Операторы импульса, момента импульса, энергии. Матричное представление операторов. Статистический смысл волновой функции. Принцип неопределенности Гейзенберга. Свободное движение частицы. Волны Де Бройля. Представление Дирака.

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали.

Тема 2.1. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали.

Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Атом водорода (разделение переменных). Радиальная часть (полиномы Лагерра). Сферическая часть (шаровые функции, полиномы Лежандра). Квантовые числа. Форма электронных облаков. Спин электрона. Операторы спина. Одноэлектронные спиновые функции. Понятия об электронной орбитали. Спин электрона и уравнение Дирака. Два электрона со спинами. Принцип Паули. Многоэлектронная волновая функция

Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		10
Протокол практического занятия		10

Раздел 3. Теория функционала плотности

Тема 3.1. Теория функционала плотности

Понятие электронной плотности. Подходы, предшествующие современной теории функционала плотности: методы Томаса-Ферми и Томаса-Ферми-Дирака, метод Слейтера (X - α), расчет обменной энергии однородного электронного газа, вывод уравнений. Основные

теоремы теории функционала плотности (ТФП, DFT). Вспомогательная система невзаимодействующих электронов и вывод уравнений Кона-Шэма. Приближение локальной плотности (LDA). Обменные и корреляционные функционалы. Локальные и градиентно-скорректированные (GGA) функционалы плотности. Иерархия современных методов DFT. Применение DFT для расчетов свойств возбужденных состояний: методы TD-DFT. Внутренние недостатки современных методов (самовзаимодействие электронов, учет дисперсионных взаимодействий) и пути их устранения.

Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		10
Протокол практического занятия		100

Раздел 4. Практическое применение современных методов квантовой химии

Тема 4.1. Практическое применение современных методов квантовой химии

Основные пакеты квантово-химических программ, их возможности. Логическая структура типичных неэмпирических (ab-initio) и DFT- программ расчета электронной структуры и свойств молекулярных систем. Методы оптимизации геометрии молекул. Расчеты поверхностей потенциальной энергии (ППЭ) и свойств, связанных со строением ППЭ: ИК- и КР-спектров, термодинамических характеристик молекул, активационных барьеров химических реакций. Расчеты электронных спектров поглощения и свойств возбужденных состояний. Достоверность получаемых результатов, средняя точность расчетов.

Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		20
Протокол практического занятия		200

Раздел 5. Общие принципы молекулярного дизайна.

Тема 5.1. Общие принципы молекулярного дизайна веществ с заданной биологической активностью

1. Основные тенденции развития молекулярного дизайна биологически активных соединений. Практическая направленность и фундаментальное значение. Принципиальная схема разработки новых лекарственных средств. Понятие неудовлетворенной медицинской потребности. Понятие терапевтической мишени. Связь терапевтической мишени и биологической активности.

2. Белки как терапевтические мишени. Мишень-направленный поиск лекарственных средств. Методы оценки прочности комплексов белок- лиганд. Использование модельных молекулярно-механических потенциалов для описания энергии образования комплекса. Основные силовые поля, используемые в молекулярном моделировании.

Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		10
Протокол практического занятия		50

Тема 5.2. Методы молекулярного докинга

Обзор вычислительных методов молекулярного докинга, его место в современной биологии. Программы и серверы для проведения молекулярного докинга. Предсказание биологической активности методами QSAR. Оценка биологической активности методами молекулярного

докинга. Основные классы терапевтических мишеней. Понятие селективности.

Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Посещение учебных занятий (балльно-рейтинговая система)		10
Протокол практического занятия		100

4.3. Содержание занятий лекционного типа.

Очная форма обучения. Лекции (12 ч.)

Раздел 1. Введение. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений. (2 ч.)

Тема 1.1. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений. (2 ч.)

Матричная механика Гейзенберга. Уравнение Шредингера. . Операторы импульса, момента импульса, энергии. Матричное представление операторов. Статистический смысл волновой функции. Принцип неопределенности Гейзенберга. Свободное движение частицы. Волны Де Бройля. Представление Дирака

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (2 ч.)

Тема 2.1. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (2 ч.)

Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Атом водорода (разделение переменных). Радиальная часть (полиномы Лагерра). Сферическая часть (шаровые функции, полиномы Лежандра). Квантовые числа. Форма электронных облаков. Спин электрона. Операторы спина. Одноэлектронные спиновые функции Понятия об электронной орбитали. Спин электрона и уравнение Дирака. Два электрона со спинами. Принцип Паули. Многоэлектронная волновая функция

Раздел 3. Теория функционала плотности (2 ч.)

Тема 3.1. Теория функционала плотности (2 ч.)

Понятие электронной плотности. Подходы, предшествующие современной теории функционала плотности: методы Томаса-Ферми и Томаса-Ферми-Дирака, метод Слейтера (X - α), расчет обменной энергии однородного электронного газа, вывод уравнений. Основные теоремы теории функционала плотности (ТФП, DFT). Вспомогательная система невзаимодействующих электронов и вывод уравнений Кона-Шэма. Приближение локальной плотности (LDA). Обменные и корреляционные функционалы

Раздел 4. Практическое применение современных методов квантовой химии (2 ч.)

Тема 4.1. Практическое применение современных методов квантовой химии (2 ч.)

Основные пакеты квантово-химических программ, их возможности. Логическая структура типичных неэмпирических (ab-initio) и DFT- программ расчета электронной структуры и свойств молекулярных систем. Методы оптимизации геометрии молекул. Расчеты поверхностей потенциальной энергии (ППЭ) и свойств, связанных со строением ППЭ: ИК- и КР-спектров, термодинамических характеристик молекул, активационных барьеров химических реакций. Расчеты электронных спектров поглощения и свойств возбужденных состояний. Достоверность получаемых результатов, средняя точность расчетов.

Раздел 5. Общие принципы молекулярного дизайна. (4 ч.)

Тема 5.1. Общие принципы молекулярного дизайна веществ с заданной биологической активностью (2 ч.)

Общие принципы молекулярного дизайна веществ с заданной биологической активностью

Тема 5.2. Методы молекулярного докинга (2 ч.)

Методы молекулярного докинга

4.4. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Практические занятия (24 ч.)

Раздел 1. Введение. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.

Тема 1.1. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (4 ч.)

Тема 2.1. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (4 ч.)

1. Численное решение уравнения Шредингера для атома водорода
2. Построение s-p-d-f орбиталей для атома водорода

Раздел 3. Теория функционала плотности (4 ч.)

Тема 3.1. Теория функционала плотности (4 ч.)

1. Расчет электронной структуры ОЦК металлов
2. Построение электронной плотности состояний. Анализ полученных результатов

Раздел 4. Практическое применение современных методов квантовой химии (8 ч.)

Тема 4.1. Практическое применение современных методов квантовой химии (8 ч.)

1. Численное моделирование простейших молекул.
2. Анализ структуры простейших молекул
3. Оценка устойчивости простейших молекул
4. Вычисление электронной плотности и оптических спектров молекул

Раздел 5. Общие принципы молекулярного дизайна. (8 ч.)

Тема 5.1. Общие принципы молекулярного дизайна веществ с заданной биологической активностью (4 ч.)

1. Расчет энергии образования комплекса с использованием модельных молекулярно-механических потенциалов
2. Определение силовых полей, используемых в молекулярном моделировании.

Тема 5.2. Методы молекулярного докинга (4 ч.)

1. Численное моделирование простейших систем с использованием пакета QSAR
2. Анализ полученных результатов численного моделирования

4.5. Содержание занятий семинарского типа.

Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (6 ч.)

Раздел 1. Введение. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.

Тема 1.1. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений.

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (2 ч.)

Тема 2.1. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (2 ч.)

Консультация по порядку выполнения самостоятельной работы и сложным вопросам

Раздел 3. Теория функционала плотности (2 ч.)

Тема 3.1. Теория функционала плотности (2 ч.)

Разбор материала, вынесенного на самостоятельное изучение - Локальные и градиентно-скорректированные (GGA) функционалы плотности. Иерархия современных методов DFT. Применение DFT для расчетов свойств возбужденных состояний: методы TD-DFT. Внутренние недостатки современных методов (самовзаимодействие электронов, неучет дисперсионных взаимодействий) и пути их устранения.

Раздел 4. Практическое применение современных методов квантовой химии

Тема 4.1. Практическое применение современных методов квантовой химии

Раздел 5. Общие принципы молекулярного дизайна. (2 ч.)

Тема 5.1. Общие принципы молекулярного дизайна веществ с заданной биологической активностью

Тема 5.2. Методы молекулярного докинга (2 ч.)

Консультация по сложным вопросам дисциплины

4.6. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (64 ч.)

Раздел 1. Введение. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений. (4 ч.)

Тема 1.1. Вычислительный эксперимент и его роль в дизайне молекул и соединений. (4 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его решение для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (8 ч.)

Тема 2.1. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Квантовые числа. Основы понятия об электронной орбитали. (8 ч.)

Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации

Раздел 3. Теория функционала плотности (8 ч.)

Тема 3.1. Теория функционала плотности (8 ч.)

Изучение материала по теме: Локальные и градиентно-скорректированные (GGA) функционалы плотности. Иерархия современных методов DFT. Применение DFT для расчетов свойств возбужденных состояний: методы TD-DFT. Внутренние недостатки современных методов (самовзаимодействие электронов, неучет дисперсионных взаимодействий) и пути их устранения.

Раздел 4. Практическое применение современных методов квантовой химии (12 ч.)

Тема 4.1. Практическое применение современных методов квантовой химии (12 ч.)

Изучение материала по теме: Достоверность получаемых результатов, средняя точность расчетов.

Раздел 5. Общие принципы молекулярного дизайна. (32 ч.)

Тема 5.1. Общие принципы молекулярного дизайна веществ с заданной биологической активностью (16 ч.)

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация: Зачет, Четвертый семестр.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. В рамках проведения зачета преподаватель оценивает результат автоматизированного тестирования по дисциплине.

1. Зачет проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение зачета на последних аудиторных занятиях.

2. Преподаватель принимает зачет только при условии прохождения студентом идентификации в установленном порядке.

3. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в электронную экзаменационную ведомость. Оценка проставляется в электронную ведомость, в случае неявки студента для сдачи зачета в электронной ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Тестирование проводится в электронной информационно-образовательной среде СПХФУ с применением SafeExam Browser и видеофиксации процесса прохождения промежуточной аттестации. Тестирование проводится с ограничением по времени не более 4,5 минут на одно тестовое задание, не более 45 минут на тестирование в целом. Студенту для получения положительного результата предоставляется 1 попытка для прохождения тестирования.

Оценивание тестирования осуществляется следующим образом:

70% правильных ответов и более - "зачтено"

менее 70% правильных ответов - "не зачтено"

Оценка за зачет проставляется на основании итогового балла, отраженного в рейтинговом листе:

"Зачтено" 600 - 1000 баллов,

"Не зачтено" - менее 600 баллов.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации хотя бы одна из компетенций не сформирована на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка «не зачтено».

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Цирельсон В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела [Электронный ресурс]: - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 520 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/105769.html>

Дополнительная литература

1. Эйдельман Е.Д. Физика с элементами биофизики [Электронный ресурс]: - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 512 - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425244.html>

6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных
Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <http://www.quantum-espresso.org/> -

Quantum ESPRESSO

is an integrated suite of Open-Source computer codes for electronic-structure calculations and materials modeling at the nanoscale. It is based on density-functional theory, plane waves, and pseudopotentials.

2. <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/quantitative-structure-activity-relationship> - Quantitative Structure-Activity Relationship (QSAR)

A QSAR model for predictive toxicology is a mathematical relationship between a chemical's quantitative molecular descriptors and its toxicological endpoint

6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения реализации дисциплины используется свободный пакет Quantum Espresso и стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

Специализированное оборудование:

учебные помещения

Вольтметр цифровой -1516 - 1 шт.

Генератор ГЗ-102(1981г) - 1 шт.

Микрометр МК 0-25 ММ - 1 шт.

Набор гирь(100,200,300,500г) для лабораторного практикума по механике - 1 шт.

Набор пружин для лабораторного практикума по механике - 1 шт.

Осциллограф С1-67 - 1 шт.

Осциллограф С1-99 - 1 шт.

Осциллограф-мультиметр С1-112 - 1 шт.

Реохорд учебный - 1 шт.

Рефрактометр 454 Б - 1 шт.

Рефрактометр ИРФ-454 - 1 шт.

Стенд исследование регулируемого выпрямителя на тиристорах - 1 шт.

Учебная лабораторная установка-исследование однофазного выпрямителя - 1 шт.

Учебная лабораторная установка-исследование однофазного трансформатора - 1 шт.

Учебная лабораторная установка-исследование сглаживающих фильтров - 1 шт.

Вольтметр цифровой -1516 - 1 шт.

Генератор ГЗ-102(1981г) - 1 шт.

Микрометр МК 0-25 ММ - 1 шт.

Набор гирь(100,200,300,500г) для лабораторного практикума по механике - 1 шт.

Набор пружин для лабораторного практикума по механике - 1 шт.

Осциллограф С1-67 - 1 шт.

Осциллограф С1-99 - 1 шт.

Осциллограф-мультиметр С1-112 - 1 шт.

Реохорд учебный - 1 шт.

Рефрактометр 454 Б - 1 шт.

Рефрактометр ИРФ-454 - 1 шт.

Стенд исследование регулируемого выпрямителя на тиристорах - 1 шт.

Учебная лабораторная установка-исследование однофазного выпрямителя - 1 шт.

Учебная лабораторная установка-исследование однофазного трансформатора - 1 шт.

Учебная лабораторная установка-исследование сглаживающих фильтров - 1 шт.

7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=3434>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=3434>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=3434>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=3434>

Учебно-методическое обеспечение:

Циовкин Ю.Ю. Физические основы дизайна молекул : электронный учебно-методический комплекс / Ю.Ю.Циовкин; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2021. – Текст электронный // ЭИОС СПХФУ : [сайт]. – URL:

<http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=3434> — Режим доступа: для авторизованных пользователей.

Методические указания по формам работы

Консультации в период теоретического обучения

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины.

Лекции

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: дискуссия, лекция с ошибками, видеоконференция, вебинар.

Практические занятия

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: дискуссия, деловая игра, круглый стол, мини-конференция. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Протокол практического занятия

Краткая характеристика оценочного средства: средство, позволяющее оценить способность обучающегося самостоятельно выполнять учебные задачи и задания с использованием специализированного оборудования и (или) программного обеспечения, обеспеченную совокупностью теоретических знаний.

Представление оценочного средства в фонде: требования к структуре и содержанию протокола.