

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА  
 Должность: РЕКТОР  
 Дата подписания: 30.08.2022 10:44:48  
 Уникальный программный ключ:  
 9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ЮУнГГПУ»)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В	Строение молекул и основы квантовой химии

Код направления подготовки	44.03.05
Направление подготовки	Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Биология. Химия
Уровень образования	бакалавр
Форма обучения	очная

Разработчики:

Должность	Учёная степень, звание	Подпись	ФИО
Декан факультета	доктор биологических наук, доцент		Левина Сима Гершивна

Рабочая программа рассмотрена и одобрена (обновлена) на заседании кафедры (структурного подразделения)

Кафедра	Заведующий кафедрой	Номер протокола	Дата протокола	Подпись
Кафедра химии, экологии и методики обучения химии	Сутягин Андрей Александрович	11	13.06.2019	
Кафедра химии, экологии и методики обучения химии	Сутягин Андрей Александрович	1	10.09.2020	

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка .....	3
2. Трудоемкость дисциплины (модуля) и видов занятий по дисциплине (модулю) .....	5
3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	10
5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	11
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	16
7. Перечень образовательных технологий .....	18
8. Описание материально-технической базы .....	19

# 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Дисциплина «Строение молекул и основы квантовой химии» относится к модулю части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавр). Дисциплина является дисциплиной по выбору.

1.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 час.

1.3 Изучение дисциплины «Строение молекул и основы квантовой химии» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Введение в химию», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Физика», «Основы общей химии».

1.4 Дисциплина «Строение молекул и основы квантовой химии» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения следующих дисциплин: «Избранные главы химии», «подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена», «Прикладная химия».

1.5 Цель изучения дисциплины:

изучение квантово-механических представлений и моделей и их приложений в химической проблематике.

1.6 Задачи дисциплины:

1) формирование способности понимать строение молекул и использовать основные законы квантовой химии в профессиональной деятельности;

2) объединение фундаментальных знаний основ квантовой химии и метода моделирования при проведении практических занятий с последующей обработкой и анализом результатов исследований;

3) формирование общего химического мировоззрения и развитие химического мышления

1.7 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

№ п/п	Код и наименование компетенции по ФГОС
<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	
1	ПК-2 способен анализировать и оценивать потенциальные возможности обучающихся, их потребности и результаты обучения
	ПК.2.1 Знает способы достижения и оценки образовательных результатов в системе общего и (или) дополнительного образования в соответствии с возрастными и физиологическими особенностями; методы педагогической диагностики, принципы и приемы интерпретации полученных данных
	ПК.2.2 Умеет применять основные методы объективной оценки результатов учебной деятельности обучающихся на основе методов педагогического контроля и анализа
	ПК.2.3 Владеет навыками организации, осуществления контроля и оценки учебных достижений, текущих и итоговых результатов освоения основной образовательной программы обучающимися и (или) дополнительной общеобразовательной программы, в том числе в рамках установленных форм аттестации (при их наличии)
2	УК-1 способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
	УК.1.1 Знает методы критического анализа и оценки информации; сущность, основные принципы и методы системного подхода.
	УК.1.2 Умеет осуществлять поиск, сбор и обработку информации для решения поставленных задач; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; аргументировать собственные суждения и оценки; применять методы системного подхода для решения поставленных задач.
	УК.1.3 Владеет приемами использования системного подхода в решении поставленных задач.

№ п/п	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательные результаты по дисциплине
1	ПК.2.1 Знает способы достижения и оценки образовательных результатов в системе общего и (или) дополнительного образования в соответствии с возрастными и физиологическими особенностями; методы педагогической диагностики, принципы и приемы интерпретации полученных данных	3.1 знать основные понятия, теории и законы химии, их физический смысл

2	ПК.2.2 Умеет применять основные методы объективной оценки результатов учебной деятельности обучающихся на основе методов педагогического контроля и анализа	У.1 уметь применять специальные научные знания для осуществления педагогической деятельности
3	ПК.2.3 Владеет навыками организации, осуществления контроля и оценки учебных достижений, текущих и итоговых результатов освоения основной образовательной программы обучающимися и (или) дополнительной общеобразовательной программы, в том числе в рамках установленных форм аттестации (при их наличии)	В.1 владеть навыками решения задач разных типов, соответствующих современным образовательным стандартам
1	УК.1.1 Знает методы критического анализа и оценки информации; сущность, основные принципы и методы системного подхода.	З.2 знать принципы сбора, отбора и обобщения информации об основных законах и приближениях квантовой химии, современной теории строения молекул
2	УК.1.2 Умеет осуществлять поиск, сбор и обработку информации для решения поставленных задач; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; аргументировать собственные суждения и оценки; применять методы системного подхода для решения поставленных задач.	У.2 уметь осуществлять поиск информации об основных законах и приближениях квантовой химии, современной теории строения молекул
3	УК.1.3 Владеет приемами использования системного подхода в решении поставленных задач.	В.2 владеть навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками для решения задач разных типов

## 2. ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Итого часов
	Л	ЛЗ	СРС	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>72</b>
<b>Первый период контроля</b>				
<b><i>Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева</i></b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>41</b>
Основные положения квантовой механики. Уравнение Шредингера	2		5	7
Фотоэффект, законы фотоэффекта		4	5	9
Одноэлектронные и многоэлектронные атомы	2		5	7
Многоэлектронные атомы		4	5	9
Периодический закон и система элементов Д.И. Менделеева	2	2	5	9
<b><i>Строение молекул и химическая связь</i></b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>31</b>
Теория химической связи	2	4	5	11
Симметрия молекул и молекулярных орбиталей		2	5	7
Координационные соединения: теория МО и поля лигандов	4	4	5	13
<b>Итого по видам учебной работы</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>72</b>
<b><i>Форма промежуточной аттестации</i></b>				
Зачет				
<b>Итого за Первый период контроля</b>				<b>72</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

#### 3.1 Лекции

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
<b>1. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева</b>	<b>6</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-2: 3.1 (ПК.2.1), У.1 (ПК.2.2), В.1 (ПК.2.3) УК-1: 3.2 (УК.1.1), У.2 (УК.1.2), В.2 (УК.1.3)	
1.1. Основные положения квантовой механики. Уравнение Шредингера 1. Корпускулярно-волновой дуализм света и вещества. 2. Теория светового излучения. 3. Гипотеза де Бройля. 4. Двойственная природа электрона. 5. Волновое уравнение для электрона в атоме водорода. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	2
1.2. Одноэлектронные и многоэлектронные атомы 1. Радиальная и угловая составляющие волновой функции. 2. Симметрия орбиталей. 3. Методы приближенного решения уравнения Шредингера. 4. Теория экранирования внешних электронов от ядра. 5. Правила Слэтера. 6. Спинно-орбитальное взаимодействие. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 5, 7	2
1.3. Периодический закон и система элементов Д.И. Менделеева 1. Закон Мозли и его применение в химии. 2. Место водорода в периодической системе Д.И. Менделеева. 3. Место лантаноидов и актиноидов в системе. 4. Свойства атомов элементов. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4	2
<b>2. Строение молекул и химическая связь</b>	<b>6</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-2: 3.1 (ПК.2.1), У.1 (ПК.2.2), В.1 (ПК.2.3) УК-1: 3.2 (УК.1.1), У.2 (УК.1.2), В.2 (УК.1.3)	
2.1. Теория химической связи 1. Метод молекулярных орбиталей – линейной комбинации атомных орбиталей (МО-ЛКАО). 2. Расчет молекулярного иона водорода по методу МО ЛКАО. 3. Гипервалентная связь. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 8, 10	2
2.2. Координационные соединения: теория МО и поля лигандов 1. Теория кристаллического поля. 2. Теория ТКП и магнитные свойства комплексов. 3. Энергия стабилизации кристаллическим полем. 4. Применение теории МО для описания электронного строения координационных соединений. 5. Теорема Яна-Теллера. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 5, 6, 8	4

#### 3.2 Лабораторные

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
<b>1. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева</b>	<b>10</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-2: 3.1 (ПК.2.1), У.1 (ПК.2.2), В.1 (ПК.2.3) УК-1: 3.2 (УК.1.1), У.2 (УК.1.2), В.2 (УК.1.3)	

1.1. Фотоэффект, законы фотоэффекта 1. Излучение абсолютно черного тела. 2. Гипотеза Планка. 3. Теория Эйнштейна для фотоэффекта. 4. Двойственная природа элементарных частиц. 5. Принцип неопределенности В. Гейзенберга. 6. Понятие об атомной орбитали. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 5, 8	4
1.2. Многоэлектронные атомы 1. Метод самосогласованного поля Хартри. 2. Принципы и правила заполнения электронов уровней и орбиталей. 3. Триплетный и синглетный кислород. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 5, 8	4
1.3. Периодический закон и система элементов Д.И. Менделеева 1. Физический смысл порядкового номера. 2. Различные формы периодической системы Д.И. Менделеева. 3. Изменения радиуса, потенциала ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности атомов по периоду и группам. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 9, 10 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 2	2
<b>2. Строение молекул и химическая связь</b>	<b>10</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-2: 3.1 (ПК.2.1), У.1 (ПК.2.2), В.1 (ПК.2.3) УК-1: 3.2 (УК.1.1), У.2 (УК.1.2), В.2 (УК.1.3)	
2.1. Теория химической связи 1. Расчет молекулы водорода методом валентных связей (ВС). 2. Метод МО ЛКАО. 3. Гомо- и гетероядерные молекулы с точки зрения МО ЛКАО. 4. Трехатомные линейные молекулы. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 8	4
2.2. Симметрия молекул и молекулярных орбиталей 1. Операции симметрии. 2. Симметризованные орбитали. 3. Вырожденные представления. 4. Точечные группы симметрии. 5. Строение и свойства $\pi$ -сопряженных молекул. Учебно-методическая литература: 1, 2, 6, 7 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 2	2
2.3. Координационные соединения: теория МО и поля лигандов 1. Теория химической связи в комплексных соединениях 2. Теория кристаллического поля: спектрохимический ряд лигандов 3. МО координационных соединений с лигандами р- и п-орбитали. П-комплексы. 4. Эффекты Яна-Теллера Учебно-методическая литература: 1, 2, 6, 7	4

### 3.3 СРС

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема для самостоятельного изучения	Трудоемкость (кол-во часов)
<b>1. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева</b>	<b>25</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-2: 3.1 (ПК.2.1), У.1 (ПК.2.2), В.1 (ПК.2.3) УК-1: 3.2 (УК.1.1), У.2 (УК.1.2), В.2 (УК.1.3)	
1.1. Основные положения квантовой механики. Уравнение Шредингера <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> 1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия. 2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор). 3. Решить задачи по теме занятия. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 5, 8 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2	5

1.2. Фотоэффект, законы фотоэффекта <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> 1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия. 2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор). 3. Решить задачи по теме занятия. Учебно-методическая литература: 1, 2, 5, 7, 8 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2	5
1.3. Одноэлектронные и многоэлектронные атомы <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> 1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия. 2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор). 3. Решить задачи по теме занятия. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 5, 8 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2	5
1.4. Многоэлектронные атомы <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> 1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия. 2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор). 3. Решить задачи по теме занятия. Учебно-методическая литература: 1, 5, 8 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2	5
1.5. Периодический закон и система элементов Д.И. Менделеева <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> 1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия. 2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор). 3. Решить задачи по теме занятия. Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2	5
<b>2. Строение молекул и химическая связь</b>	<b>15</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-2: 3.1 (ПК.2.1), У.1 (ПК.2.2), В.1 (ПК.2.3) УК-1: 3.2 (УК.1.1), У.2 (УК.1.2), В.2 (УК.1.3)	
2.1. Теория химической связи <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> 1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия. 2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор). 3. Решить задачи по теме занятия. 4. Подготовить проект "Характеристика элемента с заданным порядковым номером". Учебно-методическая литература: 1, 3, 6, 7, 8 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2	5
2.2. Симметрия молекул и молекулярных орбиталей <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> 1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия. 2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор). 3. Решить задачи по теме занятия. 4. Подготовить проект "Характеристика элемента с заданным порядковым номером". Учебно-методическая литература: 1, 3, 6, 7 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2	5



<p>2.3. Координационные соединения: теория МО и поля лигандов</p> <p><b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пользуясь предложенной литературой и материалами лекций подготовиться по вопросам лабораторного занятия.</li> <li>2. Подготовить мультимедийную презентацию и доклад по предложенным темам (на выбор).</li> <li>3. Решить задачи по теме занятия.</li> <li>4. Подготовить проект "Характеристика элемента с заданным порядковым номером".</li> </ol> <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 6, 7</p> <p>Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1, 2</p>	5
---	---

## 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Ссылка на источник в ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1	Венер, М. В. Строение молекул и основы квантовой химии : учебное пособие / М. В. Венер. — Москва : Московский городской педагогический университет, 2010. — 90 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	<a href="http://www.iprbookshop.ru/26626.html">http://www.iprbookshop.ru/26626.html</a>
2	Пресс, И. А. Основы общей химии : учебное пособие / И. А. Пресс. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. — 352 с. — ISBN 978-5-93808-286-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	<a href="http://www.iprbookshop.ru/67353.html">http://www.iprbookshop.ru/67353.html</a>
3	Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. / Я.А. Угай – М.: Высш. шк., 2007. – 356 с.	
<b>Дополнительная литература</b>		
4	Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия / Н.С. Ахметов – М.: Высш. шк., 2003. – 743 с.	
5	Боженко, К. В. Основы квантовой химии : учебное пособие / К. В. Боженко. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2010. — 128 с. — ISBN 978-5-209-03510-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	<a href="http://www.iprbookshop.ru/11404.html">http://www.iprbookshop.ru/11404.html</a>
6	Корнеева, В. В. Строение вещества : учебное пособие / В. В. Корнеева, А. Н. Корнеева, В. А. Небольсин. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. — 86 с. — ISBN 978-5-7731-0745-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	<a href="http://www.iprbookshop.ru/93295.html">http://www.iprbookshop.ru/93295.html</a>
7	Новиков, А. Ф. Строение вещества : электронные оболочки атомов. Химическая связь. Конденсированное состояние вещества. Учебное пособие / А. Ф. Новиков. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 93 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	<a href="http://www.iprbookshop.ru/68156.html">http://www.iprbookshop.ru/68156.html</a>
8	Громова, Е. Ю. Строение атома. Химическая связь : учебное пособие / Е. Ю. Громова, Л. А. Альметкина, Г. В. Булидорова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 108 с. — ISBN 978-5-7882-2276-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79533.html">http://www.iprbookshop.ru/79533.html</a>
9	Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия. / М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. – М.: Химия, 2000	
10	Мифтахова, Н. Ш. Общая и неорганическая химия. Теория и практика : учебное пособие / Н. Ш. Мифтахова, Т. П. Петрова ; под редакцией А. М. Кузнецова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 308 с. — ISBN 978-5-7882-2345-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	<a href="http://www.iprbookshop.ru/94999.html">http://www.iprbookshop.ru/94999.html</a>

### 4.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование базы данных	Ссылка на ресурс
1	Портал фундаментального химического образования России	<a href="http://www.chem.msu.ru">http://www.chem.msu.ru</a>
2	Библиотека химического факультета МГУ	<a href="http://www.chem.msu.ru/rus/library">http://www.chem.msu.ru/rus/library</a>

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 5.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС					
Код образовательного результата дисциплины	Текущий контроль				Промежуточная аттестация
	Доклад/сообщение	Опрос	Проект	Задача	Зачет/Экзамен
ПК-2					
3.1 (ПК.2.1)	+	+	+		+
У.1 (ПК.2.2)	+	+	+		+
В.1 (ПК.2.3)				+	+
УК-1					
3.2 (УК.1.1)	+	+	+		+
У.2 (УК.1.2)	+	+	+		+
В.2 (УК.1.3)				+	+

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

#### 5.2.1. Текущий контроль.

Типовые задания к разделу "Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева":

##### 1. Доклад/сообщение

Подготовка докладов и мультимедийных презентаций по вопросам лабораторного занятия.

Примерные темы

1. Ядерная модель строения атома. Электронное строение атома.
2. Гипотеза Ле де Бройля. Волновая функция.
3. Гибридизация. Вид sp-гибридных орбиталей.
4. Гармонический осциллятор. Бозоны, фермионы.

Количество баллов: 4

## 2. Задача

1. Рассчитайте энергию электрона на стационарных орбитах с  $n=1$  и  $n=2$ . Каковы будут радиусы этих орбит и скорость движения электрона на них.
2. Теннисный мяч массой 50 г летит со скоростью 25 м/с. Чему равна в этом случае длина волны?
3. Дифракция электронов четко обнаруживается, если для них де Бройлевская длина волны соизмерима с межатомным расстоянием в кристалле, служащим дифракционной решеткой, т. е. имеет порядок 0,1 нм. Чему равна длина волны де Бройля для электрона, движущегося: а) со скоростью  $7,2 \cdot 10^3$  км/с и б) со скоростью, в 100 раз меньшей скорости света? Дадут ли эти электроны дифракционную картину?
4. Погрешность в определении положения электрона равна: а) 0,5 см; б) 0,05 нм. Какой будет при этом погрешность в определении скорости? Для второго случая сравните  $\Delta v$ , выраженную в км/с, со скоростью движения электрона по первой орбите Бора.
5. К каким периодам и группам относятся элементы, в оболочке атомов которых имеются электронные конфигурации:  $6p^3$ ;  $4f^9$ ;  $7d^4$ ;  $6f^5$ ;  $5g^{10}$ ?
6. Не пользуясь периодической таблицей элементов, определите период и номер группы в которой он находится, электронную конфигурацию его атома, возможные степени окисления, если порядковый номер элемента: а) 30; б) 50; в) 55.
7. Напишите электронные формулы ионов.  $O^{2-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Sc^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ag^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Br^-$ .
8. Как изменяются радиусы атомов, ионизационные потенциалы, сродство к электрону и электроотрицательность элементов внутри периода и при переходе от одного периода к другому в пределах данной группы? Атомы каких элементов имеют максимальные и минимальные значения этих величин?
9. Зная закономерность в изменении свойств элементов в побочных подгруппах, объясните, почему природные соединения хрома и вольфрама не однотипны: основная руда первого элемента — хромистый железняк  $Fe(CrO_2)_2$ , а второго шеелит  $CaWO_4$ .

Количество баллов: 1

## 3. Опрос

1. Опишите современную квантово-механическую модель строения атома.
2. Дайте определение понятия «изотоп».
3. В чём сущность двойственной корпускулярно-волновой природы электрона?
4. Поясните смысл понятий «атомная орбиталь» и «электронное облако».
5. Охарактеризуйте четыре квантовых числа, которые описывают состояние электрона в атоме.
6. Сформулируйте принципы наименьших энергий и Паули.
7. В чём сущность правила Гунда и правила Клечковского?
8. Какие элементы Периодической системы относятся к s-, p-, d-, f-элементам?
9. Исходя из строения атомов, объясните, как и почему изменяются химические свойства элементов 4-го периода. Приведите примеры электронных формул s-, p- и d-элементов этого периода.
10. Приведите схемы распределения электронов по энергетическим уровням и подуровням для атомов хлора и марганца, а также для ионов  $Cl^-$  и  $Mn^{2+}$ .
11. Составьте электронные формулы элементы с порядковыми номерами 25 и 53, охарактеризуйте их химические свойства, определите, какую высшую валентность и почему они могут проявлять.
12. Что такое сродство к электрону? Как изменяется эта величина в периодах и группах?
13. Что такое энергия ионизации? Как изменяется эта величина в периодах и группах?
14. Сформулируйте Периодический закон Д.И. Менделеева. Чем объясняется периодичность свойств атомов, а также форма и свойства их соединений

Количество баллов: 14

Типовые задания к разделу "Строение молекул и химическая связь":

### 1. Доклад/сообщение

Подготовка докладов и мультимедийных презентаций по вопросам лабораторного занятия  
Примерные темы

1. Силы в молекулах и химическая связь.
2. Характеристика МО. Молекулярные термы. Сравнение методов ВС и МО.
3. Квантовая теория химических реакций.
4. Триплетный и синглетный кислород.
5. Водородная связь с точки зрения метода МО ЛКАО
6. Электроотрицательность атомов и методы ее определения

Количество баллов: 4

## 2. Задача

1. Определите тип гибридизации центрального атома, значения валентных углов, форму и полярность следующих частиц: CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, COCl<sub>2</sub>, PF<sub>3</sub>, CO, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PF<sub>5</sub>, SOCl<sub>2</sub>, ICl<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, IF<sub>7</sub>, BF<sub>3</sub>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, OF<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, PH<sub>3</sub>.
2. Дипольный момент молекулы HCN равен 2,9D. Вычислите длину диполя.
3. Длина диполя молекулы фтороводорода равна 4·10<sup>-11</sup> м. Вычислите ее дипольный момент в дебая и в кулон-метрах.
4. Составьте энергетические схемы образования следующих частиц: H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub><sup>+</sup>, He<sub>2</sub>, He<sub>2</sub><sup>+</sup>, HHe. Определите возможность существования каждой частицы. Напишите электронную формулу молекулы.
5. Как изменяются длина связи, энергия диссоциации и магнитные свойства в ряду: NO<sup>-</sup> - NO - NO<sup>+</sup>?
6. Составьте энергетическую диаграмму молекулы LiH. Какие орбитали в ней являются связывающие, а какие – несвязывающие?
6. Вычислите энергию кристаллической решетки NaF по уравнению Борна и с использованием термохимического цикла Борна – Габер. Сравнить полученные величины.
7. Покажите схемой распределение электронов по валентным орбиталям центрального атома в комплексах: а) [PCl<sub>6</sub>]<sup>-</sup> и [CrCl<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>; б) [Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> и [Mn(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>. Какие из них являются внешне- и какие внутриорбитальными?
8. Почему ион Cr<sup>3+</sup> с любыми лигандами образует октаэдрические комплексы только внутриорбитальные и высокоспиновые?

Количество баллов: 1

## 3. Опрос

1. Перечислите основные виды химической связи.
2. Каков механизм образования ковалентной связи с позиций метода ВС?
3. Каковы основные параметры молекул?
4. Каков механизм образования ионной связи с позиций метода ВС?
5. Изложите сущность метода молекулярных орбиталей (МО).
6. Чем обусловлен парамагнетизм и диамагнетизм веществ с позиций метода МО?

Количество баллов: 14

## 4. Проект

Для элемента с заданным порядковым номером провести следующие расчеты:

1. Написать электронную формулу элемента и показать графически заполнение электронами всех атомных орбиталей.
2. Посчитать энергию внешнего электрона элемента.
3. Определить массу одного атома элемента и его объем.
4. Определить массу одной молекулы простого вещества элемента.
5. Исходя из положения элемента в ПС, перечислить возможные степени окисления атома элемента в соединениях с другими элементами.
6. Написать формулу оксида, хлорида, гидрида, сульфида.
7. Рассчитать длину связи в молекулах оксида, хлорида, гидрида, сульфида, используя справочные значения ковалентных радиусов.
8. Вычислить длину диполя водородного и кислородного соединения элемента.
9. Изобразить связь в молекуле простого вещества элемента с помощью метода ВС.
10. Изобразить связь в молекуле простого вещества элемента с помощью энергетической диаграммы метода МО, указать кратность связи и написать формулу.
11. Указать тип гибридизации атома элемента в молекулах всех возможных оксидов (в случае кислорода – молекулы водородных соединений).
12. Указать все виды связей (σ, π, δ) в молекулах оксидов (в случае кислорода – молекулы водородных соединений).

Количество баллов: 12

## 5.2.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВО «ЮУрГПУ».

### Первый период контроля

#### 1. Зачет

Вопросы к зачету:

1. Основные понятия квантовой химии. Области применения и назначение квантовой химии.
2. Ядерная модель строения атома. Квантовые числа. Электронное строение атома.
3. Энергия ионизации и сродство к электрону.
4. Классическая теория химического строения вещества.
5. Основные положения и выводы теории Бутлерова. Аддитивные схемы, инкременты.

6. Особенности движения частиц и способы описания их состояния.
  7. Постулаты Бора. Гипотеза Ле де Бройля. Волновая функция. Волновой пакет
  8. Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера.
  9. Одномерный потенциальный ящик. Частица на окружности. Частица в прямоугольной трубке.
  10. Закономерности состояний атома водорода. Потенциальная яма в виде воронки.
  11. Вырождение. Волновые функции атома водорода.
  12. Гистограммы. Вид функции  $\psi_{2,1,1}$  для частицы на плоскости  $\psi_{2,1}$  для частицы на плоскости  $\psi_{2,1}$ .
  13. Гибридизация. Вид sp-гибридных орбиталей.
  14. Гармонический осциллятор. Бозоны, фермионы. Оператор Гамильтона для гармонического осциллятора. Волновая функция и энергетические уровни гармонического осциллятора.
  15. Строение молекул. Планетарная модель молекулы водорода. Уравнение Шредингера для молекулы водорода. Гистограммы карт значений функций для молекулы водорода, фторида лития.
  16. Силы в молекулах и химическая связь. Теорема Гельмана-Фейнмана.
  17. Образование химической связи при распределении валентного электронного облака для случая ковалентной связи (молекула азота); ионной связи (фторид лития).
  18. Распределение электронной плотности в молекулах бензола, сендвичивых структурах, фуллеренах.
  19. Адиабатическое приближение и понятие поверхностях потенциальной энергии слоя»
  20. Расчетные методы квантовой химии: неэмпирические и полуэмпирические
  21. Строение и свойства сопряженных молекул координационных соединений: теория МО и теория полилигандов.
  22. Квантово химические расчеты молекул.
  23. Расчет молекул водорода методом валентных связей (ВС).
  24. Применение метода МО ЛКАО к молекулярному иону и молекуле водорода.
  25. Характеристика МО. Молекулярные термы. Сравнение методов ВС и МО.
  26. Квантовая теория химических реакций.
  27. Поверхности реакций и их свойства.
  28. Термодинамические параметры химических реакций.
- Типовые практические задания:
1. Вычислите энергию, поглощаемую атомом водорода при переходе электрона из состояния  $n = 1$  в состояние  $n = 2$ .
  2. Какова длина волны, соответствующая частице с массой 0,1 г, движущейся со скоростью 10 м/с?
  3. Найдите длину волны де Бройля для молекулы азота, движущейся со скоростью 1 км/с. Можно ли обнаружить волновые свойства этой частицы?
  4. Какое из перечисленных газообразных водородных соединений наиболее прочно и какое наименее прочно:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{BiH}_3$ ?
  5. Высший солеобразующий окисел некоторого элемента имеет молекулярный вес 108 и содержит 74,08% кислорода. Элемент образует газообразное соединение с водородом. К какой группе и подгруппе принадлежит элемент?
  6. Какими химическими свойствами обладает искусственно полученный элемент с порядковым номером 87? С каким из элементов периодической системы он наиболее сходен?
  7. Дипольный момент молекулы  $\text{CS}_2$  равен нулю. Каким типом гибридизации АО углерода описывается образование этой молекулы?
  8. Опишите с позиции метода МО электронное строение молекул  $\text{CO}$ ,  $\text{NF}$ ,  $\text{LiH}$ ,  $\text{CaCl}_2$ .
  9. Комплекс  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  в отличие от  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  является непрочным. Объясните причину. Какой из них относится к низкоспиновым?

### 5.3. Примерные критерии оценивания ответа студентов на экзамене (зачете):

Отметка	Критерии оценивания
"Отлично"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дается комплексная оценка предложенной ситуации</li> <li>- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять</li> <li>- последовательное, правильное выполнение всех заданий</li> <li>- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы</li> </ul>

"Хорошо"	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дается комплексная оценка предложенной ситуации</li> <li>- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять</li> <li>- последовательное, правильное выполнение всех заданий</li> <li>- возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя</li> <li>- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы</li> </ul>
"Удовлетворительно" ("зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> <li>- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации</li> <li>- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя</li> <li>- выполнение заданий при подсказке преподавателя</li> <li>- затруднения в формулировке выводов</li> </ul>
"Неудовлетворительно" ("не зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неправильная оценка предложенной ситуации</li> <li>- отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий</li> </ul>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Лекции

Лекция - одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала с демонстрацией слайдов и фильмов. Работа обучающихся на лекции включает в себя: составление или слежение за планом чтения лекции, написание конспекта лекции, дополнение конспекта рекомендованной литературой.

Требования к конспекту лекций: краткость, схематичность, последовательная фиксация основных положений, выводов, формулировок, обобщений. В конспекте нужно помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Последующая работа над материалом лекции предусматривает проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. В конспекте нужно обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

### 2. Лабораторные

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.).

При выполнении лабораторных работ проводятся: подготовка оборудования и приборов к работе, изучение методики работы, воспроизведение изучаемого явления, измерение величин, определение соответствующих характеристик и показателей, обработка данных и их анализ, обобщение результатов. В ходе проведения работ используются план работы и таблицы для записей наблюдений.

При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов измерений (испытаний), оформляет расчеты, анализирует полученные данные путем установления их соответствия нормам и/или сравнения с известными в литературе данными и/или данными других студентов. Окончательные результаты оформляются в форме заключения.

### 3. Зачет

Цель зачета – проверка и оценка уровня полученных студентом специальных знаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации.

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и итоговой аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

По результатам сдачи зачета выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

### 4. Доклад/сообщение

Доклад – развернутое устное (возможен письменный вариант) сообщение по определенной теме, сделанное публично, в котором обобщается информация из одного или нескольких источников, представляется и обосновывается отношение к описываемой теме.

Основные этапы подготовки доклада:

1. четко сформулировать тему;
2. изучить и подобрать литературу, рекомендуемую по теме, выделив три источника библиографической информации:
  - первичные (статьи, диссертации, монографии и т. д.);
  - вторичные (библиография, реферативные журналы, сигнальная информация, планы, граф-схемы, предметные указатели и т. д.);
  - третичные (обзоры, компилятивные работы, справочные книги и т. д.);
3. написать план, который полностью согласуется с выбранной темой и логично раскрывает ее;
4. написать доклад, соблюдая следующие требования:
  - структура доклада должна включать краткое введение, обосновывающее актуальность проблемы; основной текст; заключение с краткими выводами по исследуемой проблеме; список использованной литературы;
  - в содержании доклада общие положения надо подкрепить и пояснить конкретными примерами; не пересказывать отдельные главы учебника или учебного пособия, а изложить собственные соображения по существу рассматриваемых вопросов, внести свои предложения;
5. оформить работу в соответствии с требованиями.

### 5. Опрос

Опрос представляет собой совокупность развернутых ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Опрос может проводиться в устной и письменной форме.

Подготовка к опросу включает в себя:

- изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется опросом;
- повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения;
- изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний;
- составление в мысленной форме ответов на поставленные вопросы.

### 6. Задача

Задачи позволяют оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы четко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиск решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо, составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Установите связь между искомыми величинами и данными; определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Выполните план решения, обосновывая каждое действие.
7. Проверьте правильность решения задания.
8. Произведите оценку реальности полученного решения.
9. Запишите ответ.

### 7. Проект



Проект – это самостоятельное, развёрнутое решение обучающимся, или группой обучающихся какой-либо проблемы научно-исследовательского, творческого или практического характера.

Этапы в создании проектов.

1. Выбор проблемы.
2. Постановка целей.
3. Постановка задач (подцелей).
4. Информационная подготовка.
5. Образование творческих групп (по желанию).
6. Внутригрупповая или индивидуальная работа.
7. Внутригрупповая дискуссия.
8. Общественная презентация – защита проекта.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

1. Дифференцированное обучение (технология уровневой дифференциации)
2. Развивающее обучение
3. Проблемное обучение

## **8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ**

1. компьютерный класс – аудитория для самостоятельной работы
2. учебная аудитория для семинарских, практических занятий
3. учебная аудитория для лекционных занятий
4. Лицензионное программное обеспечение:
  - Операционная система Windows 10
  - Microsoft Office Professional Plus
  - Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition
  - Справочная правовая система Консультант плюс
  - 7-zip
  - Adobe Acrobat Reader DC