

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 27 » апреля 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ДВ.04.01 КВАНТОВАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки – 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) – Неорганическая химия

Программа подготовки – академическая

Форма обучения – очная

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «Квантовая химия» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.04.01 Химия

Программу составил:

В.Т. Панюшкин, профессор кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии, д-р хим. наук, профессор

Рабочая программа дисциплины «Квантовая химия» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии

протокол № _____ « ____ » _____ 2018г.

Заведующий кафедрой Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии

протокол № _____ « ____ » _____ 2018г.

Заведующий кафедрой Буков Н.Н.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий

протокол № _____ « ____ » _____ 2018г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.



Рецензенты:

Боковикова Татьяна Николаевна, профессор кафедры химии, метрологии и стандартизации ФГБОУ ВО «КубГТУ», д-р. тех. наук, профессор

Тумаев Евгений Николаевич, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ», д-р физ.-мат. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Познакомить студентов с возможностями квантовой химии для решения химических задач и привить им навыки работы с основными положениями квантовой химии.

1.2 Задачи дисциплины.

– Научить студентов применению методов квантовой химии для решения химических задач, компьютерного моделирования структур молекул и химических процессов.

– Научить грамотно применять полученные знания при решении ряда задач, возникающих при исследованиях неорганических молекул, определение симметрии возможной геометрической конфигурации молекулы, типов химической связи.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Квантовая химия» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Б1 учебного плана направления 04.04.01 Химия, направленность «Неорганическая химия».

Знания и навыки, полученные в результате освоения данного курса, могут быть использованы при решении различных задач общеобразовательных и специальных химических дисциплин, в научно-исследовательской работе студентов.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций (ОПК и ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации	закономерности и применения квантово-механических моделей при теоретических расчетах	подбирать параметры построения молекулярных моделей	основными методами квантово-механических расчетов молекулярных моделей
2.	ПК-1	способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и	основные методы теоретических расчетов, применяемых в квантовой химии	самостоятельно проводить компьютерные расчеты по известным методикам квантовой химии	навыками теоретических квантово-механических расчетов

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		получать новые научные и прикладные результаты			
3.	ПК-4	способностью участвовать в научных дискуссиях и представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати)	формулировки основных теорем квантовой химии и основных методов компьютерного расчета молекулярного моделирования	приобретать новыми знаниями из теоретических расчетов, а также путем литературного поиска и использования современных информационных образовательных технологий	навыками использования квантово-химических знаний и умений в практической деятельности

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		В			
Контактная работа, в том числе:	84,3	84,3			
Аудиторные занятия (всего):	84	84			
Занятия лекционного типа	28	28			
Лабораторные занятия	-	-			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	56	56			
Иная контактная работа:	0,3	0,3			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:	33	33			
Проработка учебного (теоретического) материала	10	10			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	10	10			
Подготовка к текущему контролю	13	13			
Контроль:	26,7	26,7			
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
Общая трудоемкость	час.	144	144		
	в том числе контактная работа	84,3	84,3		
	зач. ед	4	4		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Строение атома. Одноэлектронный атом. Многоэлектронные атомы.	18	4	6		8
2	Теория химической связи.	38	10	20		8
3	Типы химической связи.	32	10	14		8
4	Методы расчетов.	29	4	16		9
	<i>Всего:</i>	117	28	56		33

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Строение атома. Одноэлектронный атом. Многоэлектронные атомы.	Волновая функция, ее физический смысл. Операторы, свойства операторов. Оператор Гамильтона (гамильтониан). Свойства операторов: эрмитовость, условия нормировки, условия коммутации	УО, КР
2.	Теория химической связи.	Вариационный метод расчета энергии волновых функций для атомов и молекул. Метод самосогласованного поля (ССП), метод Ритца. Понятие об атомных и молекулярных орбиталях. Правило перекрывания волновых функций, потенциальная яма, частица в «потенциальном ящике».	УО, КР
3.	Типы химической связи.	Интеграл перекрывания и прочность химической связи. Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали. Кривые потенциальной энергии для молекулы водорода. Потенциальные поверхности для многоэлектронных систем. Линейная комбинация атомных орбиталей в молекулярных орбиталях, коэффициент корреляции и его значение для волновой функции. Вычисление минимума энергетических функций.	УО, КР

4.	Методы расчетов.	Кривые максимального перекрывания и устойчивость химической связи. Правило ортогональности волновых функций. Резонансный интеграл при вычислениях волновых функций и энергии гетероядерных молекул. Использование условия ортонормирования волновых функций. d-орбитали (координатная и угловая зависимость), правило ортогональности. Приближенные решения уравнения Шредингера для многоэлектронных систем.	УО, КР
----	------------------	---	--------

УО – устный опрос, ЛР – защита лабораторной работы, КР – контрольная работа, К – коллоквиум.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Физические отличия основных понятий квантовой механики	Двойственная природа электрона, волновая функция как функция состояния квантовых частиц, свойства волновых функций	<i>Устный опрос</i>
2.	Постановка задач в квантовой механике и ее решение	Задача о потенциальном ящике, вероятность состояния, вариационные методы расчетов	<i>Устный опрос</i>
3.	Изучение операторов в квантовой механике	Свойства операторов (ортогональность, нормированность и др.)	<i>Устный опрос</i>
4.	Волновая функция как функция состояния	Неопределенность волновой функции и ее физический смысл	<i>Устный опрос</i>
5.	Матрицы в квантовой механике	Свойства матриц. Матрица плотности и ее практическое использование	<i>Устный опрос</i>
6.	Вариационный метод в квантовой химии	Метод Ритца, современная подача к расчетам в квантовой химии	<i>Устный опрос</i>
7.	Типы химических связей	Ионная связь, ковалентная связь, донорно-акцепторная связь (примеры)	<i>Устный опрос</i>
8.	Атомные орбитали	Атомные орбитали (s, p, d, f-), их вероятные формы. Образование химических связей (примеры)	<i>Устный опрос</i>
9.	Донорно-акцепторные связи	Донорно-акцепторные связи в координационных соединениях и их роль в структурной химии (примеры)	<i>Устный опрос</i>
10.	Теория валентности	Знание квантовой химии в теории валентности (связь химии и биологии)	<i>Устный опрос</i>

2.3.3 Лабораторные занятия.

Не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий).

Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют моделирование проблемных ситуаций. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций, игровые технологии. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, посещают предприятия, выступают с презентациями, накапливают портфолио разработок.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Текущий контроль осуществляется в виде устного опроса, решения задач, контрольных работ и коллоквиумов в рамках лабораторных занятий.

ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

по курсу «Квантовая химия»

по теме «Основные понятия и терминология квантовой химии»

Вариант № 1

1. Рассмотреть принцип неопределенности Гайзенберга на примере атома водорода: показать, что координата и масса электрона не могут быть точно измерены одновременно.
2. Используя начальные значения величин f_0 , g_0 показать, что операторы этих величин являются коммутирующими.
3. Используя уравнение Шредингера для стационарных состояний вычислить среднее значение величины f и составить матрицу этой величины.

ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 2

по курсу «Квантовая химия»

по теме «Основные свойства уравнения Шредингера»

Вариант № 1

1. Используя уравнение Шредингера для стационарных состояний, а также набор квантовых чисел $n = 1$, $l = 0$, $m_l = 0$, $Y(\Theta, \varphi)$ определить символ атомной орбитали и ее угловую зависимость.
2. Используя резонансный интеграл β найти выражение для энергии связывающей и разрыхляющей молекулярной орбитали молекулы АВ.
3. Доказать, что в молекуле HCl орбитали $1s$, $2s$, $2p$ и $3s$ атома хлора не могут комбинировать с какой-либо из орбиталей атома водорода.

ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 3

по курсу «Квантовая химия»

по теме «Двойственная природа электрона (дуализм: волна-частица)»

Вариант № 1

1. Используя квантово-механические представления о том, что электрон обладает двойственной природой волна-частица доказать, что при движении электрона по гравой орбитали его энергия не обесценивается.
2. Рассчитать эффективные заряды атомных орбиталей для атомов N, N^+ , N^- , N^{2-} .
3. Используя представления о связывающих и разрыхленных орбиталей, доказать, что молекула O_2 обладает парамагнитными свойствами.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к экзамену (1 семестр)

1. Взаимодействие квантовой и классической механики. В чем различие нерелятивистской и релятивистской теории всех явлений, существенно зависящих от скорости света.
2. Понятие квантовой механики (принцип неопределенности, принцип суперпозиции, квантовый объем, волновая функция, операторы).
3. Свойства волновых функций: ортогональность, ортонормированность.

4. Свойства операторов: транспонирование, эрмитовость, сопряженность, ортонормированность, коммутация.
5. Оператор Гамильтона в квантовой химии и его значение.
6. Волновые уравнения в квантовой механике. Уравнения для стационарных состояний.
7. Матрицы в квантовой механике и их свойства.
8. Уравнение Шредингера в квантовой механике – основное уравнение для оценки поведения электронов.
9. Движение электрона в центрально-симметричном поле.
10. Движение электрона в кулоновском поле. Атом водорода.
11. Набор квантовых чисел для стационарных орбиталей. Поведение электронов в магнитном поле.
12. Энергетические состояния водородоподобных атомов.
13. Атомные орбитали многоэлектронных атомов.
14. Полная волновая функция. Сферическая гармоника и угловая зависимость атомных орбиталей.
15. Уравнение Шредингера для водородоподобных атомов.
16. Атомные орбитали гомоядерных двухатомных молекул. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Физический смысл несвязывающих орбиталей.
17. Гетероядерные двухатомные молекулы. Волновая функция и интеграл перекрывания.
18. Энергия орбитали двухатомных молекул. Методика вычисления.
19. Правило симметрии двухатомных молекул. Тождественность частиц.
20. Распределение радиальной волновой функции для основных состояний ионов химических элементов.
21. Приближенные решения уравнения Шредингера для двухатомных молекул.
22. Молекулярные орбитали и природа химической связи. Интеграл перекрывания.
23. Ионная связь в рамках метода МО.
24. Ковалентная связь в рамках метода МО.
25. Донорно-акцепторный характер химической связи.
26. Слабые химические связи (водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса и др.) в молекулярных системах.
27. Природа химической связи в металлополимерах.
28. Природа химической связи в нанокompозитных материалах.

Уровень качества ответа студента на экзамене определяется с использованием следующей системы оценок:

1. Оценка "отлично" предполагает:
 - полные и точные ответы на 3 вопроса экзаменационного билета;
 - свободное владение основными терминами и понятиями курса;
 - последовательное и логичное изложение материала курса;
 - законченные выводы и обобщения по теме вопросов;
 - исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.
2. Оценка "хорошо" предполагает:
 - полные и точные ответы на 3 вопроса экзаменационного билета;
 - знание основных терминов и понятий курса;
 - последовательное изложение материала курса;
 - умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов;
 - достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена;
3. Оценка "удовлетворительно" предполагает:
 - полные и точные ответы на 2 вопроса экзаменационного билета;

- удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса;
 - удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач;
 - недостаточно последовательное изложение материала курса;
 - умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов;
4. Оценка "неудовлетворительно" предполагает:
- полный и точный ответ на 1 вопрос экзаменационного билета и менее.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Холанд А. Молекулы и модели: молекулярная структура соединений элементов главных групп / пер.с англ. Г.В. Гиричева, Н.И. Гиричевой. – М.:URSS : [КРАСАНД], 2011. – 382 с.

2. Цирельсон В.Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела: учебное пособие для студентов вузов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 495 с.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечной системе «Лань».

5.2 Дополнительная литература:

1. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия: М.: Изд-во МГУ, 1991.

2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2001.

3. Угай Я.Л. Общая и неорганическая химия. М.: Высшая школа, 2004.

4. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир. 1-3 тт.
5. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии. М.: Мир.
6. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия. 1-3 тт.
7. Свиридов В.В. и др. Задачи, вопросы и упражнения по общей и неорганической химии. Минск: Университетское.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал неорганической химии. Ежемесячное издание Российской академии наук.
2. Журнал общей химии. Ежемесячное издание Российской академии наук.
3. Координационная химия. Ежемесячное издание Российской академии наук.

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

1. www.chem.msu.ru
2. www.chemport.ru
3. <http://onx.distant.ru/>
4. www.alhimik.ru

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО преподавание учебной дисциплины «Квантовая химия» предусматривает компетентностный подход в учебном процессе, который основывается на инновационных психолого-педагогических технологиях, направленных на повышение эффективности и качества формирования профессиональных навыков обучающихся. Основными формами обучения являются: лекции, семинарские занятия.

В разработанной программе использованы активные и интерактивные формы обучения: дискуссии, проблемные лекции, решение практических задач и кейсов, работа в составе малых групп.

Для успешного освоения дисциплины «Квантовая химия» каждый студент обеспечивается учебно-методическими материалами (тематическими планами лекций, семинарских и лабораторных занятий, учебно-методической литературой, типовыми задачами).

Различные виды учебной работы, включая самостоятельную работу студента, способствуют овладению культурой мышления, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить основные положения дидактических единиц дисциплины, т.е. формируется системный подход к анализу химической информации, восприятию инноваций, что способствует готовности к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной рефлексии.

Тематика лекций, семинарских занятий соответствует содержанию программы дисциплины.

Лекции читают по наиболее важным разделам программы. Они носят проблемный характер и формируют у студентов системное представление об изучаемых разделах предмета, обеспечивают усвоение ими основных принципов и положений дисциплины «Неорганическая химия», а также готовность к восприятию научно-технических инноваций и технологий.

Семинарские занятия и лабораторные работы обеспечивают приобретение и закрепление необходимых навыков и умений, формируют профессиональные компетенции,

готовность к самостоятельной и индивидуальной работе, принятию ответственных решений в рамках профессиональной деятельности.

На семинарских занятиях преподаватель обращает внимание на способность студента к логическому мышлению и самостоятельности, применяя в своей педагогической деятельности инновационный личностно – ориентированный подход обучения.

Отдельные темы разделов дисциплины студенты прорабатывают самостоятельно. Содержание самостоятельной работы: чтение основной и рекомендуемой дополнительной литературы, решение ситуационных задач, что способствует развитию познавательной активности, творческого мышления студентов, прививает навыки самостоятельного поиска информации, а также формирует способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации и творческой адаптации.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

- Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий
- Использование электронных презентаций при защите индивидуальных экспериментальных задач.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»)

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).
2. Электронная библиотечная система Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru.
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – ауд. 322, корп. С (улица Ставропольская, 149) – поточная аудитория, оснащённая проектором и мультимедийной кафедрой, оборудованием, посудой и реактивами для показа демонстрационного эксперимента, демонстрационными плакатами, моделями и установками.

2.	Семинарские занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа – ауд. 126, корп. С (улица Ставропольская, 149) – поточная аудитория, оснащенная интерактивной доской и проектором.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в учебных лабораториях по неорганической химии – ауд. 439 и 430, корп. С (улица Ставропольская, 149).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Текущий контроль и промежуточная аттестация проводятся в учебных лабораториях по неорганической химии – ауд. 439 и 430, корп. С (улица Ставропольская, 149), а также в учебной аудитории для проведения занятий семинарского типа – ауд. 126, корп. С (улица Ставропольская, 149).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.