



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Химический факультет
Кафедра неорганической химии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Бионеорганическая химия

**Образовательная программа
Направления 06.03.01 Биология**

**Профили подготовки
Общая биология
Биохимия**

**Уровень высшего образования
Бакалавриат**

**Форма обучения
Очная**

**Статус дисциплины:
дисциплина по выбору**

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины «**Бионеорганическая химия**» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **06.03.01 Биология** (уровень **бакалавриат**) от «07» августа 2014 г. № 944.

Разработчик: кафедра неорганической химии,
д.х.н., профессор Магомедбеков У.Г.

Программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры неорганической химии
от «14» 02 2017 г., протокол № 7

Зав. кафедрой У.Г. Магомедбеков Магомедбеков У.Г.

на заседании Методической комиссии биологического факультета
от «__» _____ 2017 г., протокол №__.

/Председатель И.Х. Гаджиева Гаджиева И.Х.

Программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением.

«24» 04 2017 г. И.Х. Гаджиева

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Бионеорганическая химия» входит в перечень дисциплин по выбору образовательной программы направления **06.03.01 Биология**, профили **Общая биология** и **Биохимия**, уровень **бакалавриат**.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете Дагестанского государственного университета кафедрой неорганической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением студентов-почвоведов с важнейшими разделами бионеорганической химии, посвященным изучению на молекулярном уровне взаимодействия биометаллов с биолигандами, исследованию природных соединений, содержащих металлы, рассмотрение проблемы транспорта и накопления металлов в организме, моделирование биологических и биохимических процессов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-1, профессиональных – ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение лекционных, лабораторно-практических занятий и организацию самостоятельной работы студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля: текущей успеваемости – в форме собеседования, устного опроса, тестирования, проведения контрольных работ и коллоквиумов, промежуточной аттестации – в форме зачета.

Объем дисциплины составляет **2** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия				СРС	Форма промежуточной аттестации	
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Из них			
	Всего	Лекции					Консуль тации
		Лекции	Лабор. занятия / практич. занятия				
2	72	12	24		36	зачет	

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины «**Бионеорганическая химия**» является понимание внутренней логики, тенденции развития, осмысление и систематизацию представлений о бионеорганической химии с современной точки зрения, формирование комплекса знаний о взаимосвязи между свойствами химических элементов, их склонностью к комплексообразованию и их ролью в живом организме.

Основными **задачами** решаемыми в процессе изучения курса, являются приобретение обучающимися четких представлений о теоретических основах взаимодействия биометаллов с биолигандами, структуре и свойствах природных соединений, содержащих металлы, проблеме транспорта и накоплении металлов в живом организме, моделировании биологических и биохимических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «**Бионеорганическая химия**» входит в перечень обязательных дисциплин вариативной части образовательной программы бакалавриата по направлению **06.03.01 Биология**, профили **Общая биология** и **Биохимия**.

Курс строится на базе знаний по общей и неорганической химии, объём которого определяется программами биологического образования в высшей школе.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1 базовый уровень	владение методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области химии	Знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии. Уметь: использовать основы химии при решении профессиональных задач. Владеть: навыками применения основ химии при решении профессиональных задач.
ПК-2 базовый уровень	способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии	Знать: принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по химии; Уметь: работать на современной аппаратуре, используемой при выполнении научно-

		исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.
--	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет **2** зачетных единиц, **72** академических часа.

4.2. Структура дисциплины

№	Наименование тем	Общая трудоемкость	Лек.	Лаб. Прак.	Сам.
Модуль 1					
1.	Предмет изучения, основные понятия, задачи, проблемы и основные направления развития бионеорганической химии.	8	2	2	4
2.	Биометаллы и бионеметаллы, их положение в Периодической системе. Биометаллы, их функции в организме.	10	2	4	4
3.	Молекулярный кислород. Перенос молекулярного кислорода. Фиксация молекулярного азота. Фосфатный перенос.	8		2	6
4	Типы реакций биологического окисления, электронтранспортные цепи. Модели электронного транспорта.	10	2	4	4
	Итого по модулю 1	36	6	12	18
Модуль 2					
5.	Важнейшие биолиганды и биоккомплексы. Комплексы аминокислот и пептидов с биометаллами.	8	2	4	4
6.	Взаимодействие нуклеиновых кислот и белков с ионами металлов. Хелатный эффект. Макроциклический эффект.	10	2	4	4
7.	Основные направления моделирования в бионеорганической химии.	8	2	2	4
8.	Биосовместимые материалы на основе соединений металлов.	10		2	6
	Итого по модулю 2	36	6	12	18
	Итого за семестр	72	12	24	36

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам, разделам и модулям.

а) Лекционные занятия.

Модуль 1

4.3.1. Основные понятия и задачи бионеорганической химии. Место бионеорганической химии среди традиционных химических дисциплин. Биологическая роль химических элементов и их классификация. Основные направления развития бионеорганической химии.

4.3.2. Биометаллы и бионеметаллы, их положение в Периодической системе, их функции в организме. Биогенные элементы и их соединения с биоактивными веществами. Биометаллы – *s*- и *d*-элементы. Неметаллы как биомикроэлементы.

4.3.3. Молекулярный кислород. Фиксация молекулярного азота. Фосфатный перенос. Переносчики кислорода. Окисление комплексов кобальта(II) с аммиачными и аминными лигандами кислородом. Биологическая и абиологическая фиксация азота и азотный цикл. Фосфаты и биоэнергетика. Гидролиз фосфорсодержащих соединений в организме. Роль магния в фосфатном переносе.

4.5.4. Типы реакций биологического окисления. Электронтранспортные цепи. Окислительно-восстановительные потенциалы модельных систем. Типы реакций биологического окисления,

Модуль 2

4.3.5. Важнейшие биолиганды и биок комплексы. Комплексы металлов с аминокислотами и пептидами. Основные электронодонорные группы аминокислот. Пептидные группы как лиганды. Боковые цепи аминокислот. Пептиды. Комплексы металлов с пептидами.

4.3.6. Взаимодействие нуклеиновых кислот и белков с ионами металлов. Комплексы металлов с белками. Неспецифические взаимодействия металлов с белками. Нуклеиновые кислоты, нуклеотиды и простые анионы в качестве лигандов. Химиотерапевтические агенты.

4.3.7. Основные направления моделирования в бионеорганической химии. Модели ионофоров. Модели координации металлов с белками и их ограничения. Моделирование в энзимологии. Модели электронного транспорта. Модельные соединения, в которых предполагается синглетный кислород.

4.3.8. Биосовместимые материалы на основе соединений металлов. Получение, их структура и функции. Биоматериалы и требования к ним. Биокерамика. Углеродная керамика для сердечного клапана.

б) Практические занятия

Модуль 1

4.3.9. Основные понятия и задачи бионеорганической химии. Биологическая роль химических элементов и их классификация. «Металлы жизни». Принцип выбора природой жизненно важных элементов. Краткая характеристика основных химических свойств биометаллов.

4.3.10. Биометаллы и бионеметаллы, их положение в Периодической системе. Функции катионов щелочных, щелочноземельных металлов и d-элементов в биологических процессах. Неметаллы (бор, кремний, селен, мышьяк, галогены) как биомикроэлементы.

4.3.11. Молекулярный кислород. Фиксация молекулярного азота и азотный цикл. Фосфатный перенос. Переносчики кислорода. Реакции внедрения (полного и неполного), реакции без внедрения (восстановление O₂ до воды и пероксида). Примеры. Переносчики кислорода.

Биологическая и абиологическая фиксация азота. Гидролиз фосфорсодержащих соединений в организме. Основная "энергетическая" реакция организма. Строение и функции АТФазы (АТФ-синтетазы).

4.3.12. Типы реакций биологического окисления. Электронтранспортные цепи. Окислительно-восстановительные потенциалы модельных систем. Типы процессов биологического окисления, электронтранспортные цепи.

Модуль 2

4.3.13. Важнейшие биолиганды и биоконплексы. Комплексы аминокислот и пептидов с биометаллами. Основные электронодонорные группы аминокислот (5 типов взаимодействия с металлом). Пептидные группы как лиганды. Гомомерные и гетеромерные, гомодетные и гетеродетные пептиды. Комплексы металлов с пептидами.

4.3.14. Взаимодействие нуклеиновых кислот и белков с ионами металлов. Неспецифические взаимодействия металлов с белками: комплексы цинка с сывороточным альбумином и инсулином, меди с окситоцином и вазопрессином, меди и цинка с метмиоглобином и рибонуклеазой. Нуклеиновые кислоты, нуклеотиды и простые анионы в качестве лигандов. Химиотерапевтические агенты. Хелатный эффект Макроциклический эффект.

4.3.15. Основные направления моделирования в бионеорганической химии. Модели ионофоров. Модели координации металлов с белками и их ограничения. Моделирование в энзимологии. Модели электронного транспорта. Модельные соединения, в которых предполагается синглетный кислород.

4.3.16. Биосовместимые материалы на основе соединений металлов. Биосовместимые материалы на основе соединений металлов. Классификация биокерамики. Керамические материалы на основе оксидов алюминия, циркония, гидрокси- и фторапатита. Биоактивная стеклокерамика. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей. Керамика для протезирования зубов. Углеродная керамика для сердечного клапана.

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование при проведении занятий инновационных (объяснительно-иллюстративное обучение, предметно-ориентированное обучение, профессионально-ориентированное обучение, проектная методология обучения, организация самостоятельного обучения, интерактивные методы обучения) и традиционных (лекция-визуализация, лекция-презентация, компьютерные симуляции, лабораторная работа, самостоятельная работа) технологий обучения. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет не менее 30 % аудиторных занятий. Предполагается встреча с ведущими учеными республики.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями ГОС ВПО.

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к промежуточному и рубежному контролю;
- подготовка научных докладов и творческих работ.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра в виде:

- устного опроса (фронтального и индивидуального);
- тестирования;
- проведения письменной (контрольной) работы;
- проведения коллоквиума;
- написания и обсуждения реферата (творческого задания) на определенную тему.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1: базовый уровень	Знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии. Уметь: использовать основы химии при решении профессиональных задач. Владеть: навыками применения основ химии при решении профессиональных задач.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование.
ПК-2: базовый уровень	Знать: принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по химии; Уметь: работать на современной аппаратуре, используемой при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.	Письменный опрос, собеседование, тестирование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-1:

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник должен обладать способностью овладеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области химии»:

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
базовый	Знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии.	Имеет представление о теоретических основах традиционных и новых разделов химии, допускает неточности в формулировках	Знает теоретические основы традиционных и новых разделов химии, но допускает отдельные неточности.	Имеет четкое, целостное представление об основах традиционных и новых разделов химии.
	Уметь: использовать основы химии при решении профессиональных задач.	Умеет использовать основы химии при решении относительно простых профессиональных задач.	Умеет использовать основы химии при решении профессиональных задач, но допускает отдельные неточности.	Умеет четко использовать основы химии при решении профессиональных задач.
	Владеть: навыками применения основ химии при решении профессиональных задач.	Владеет некоторыми навыками применения основ химии при решении профессиональных задач.	Владеет навыками применения основ химии при решении профессиональных задач, но допускает отдельные неточности.	Владеет навыками применения основ химии при решении профессиональных задач.

ПК-2:

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник должен владеть способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии»;

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
базовый	Знать: принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных	Имеет общее представление о принципах работы современных приборов, используемых при	Знает принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных	Знает принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных

	исследований по химии.	проведении научных исследований по химии.	дований по химии, но допускает отдельные неточности.	исследований по химии.
	Уметь: работать на современной аппаратуре, используемой при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии	Умеет работать на некоторых приборах, используемых при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии	Умеет работать на современной аппаратуре, используемой при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии, но допускает неточности.	Умеет работать на современной аппаратуре, используемой при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области химии
	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.	Владеть: некоторыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии, но допускает неточности	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.

7.3. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (сдачи зачета)

1. Основные понятия и задачи бионеорганической химии.
2. Биологическая роль химических элементов и их классификация.
3. Основные направления развития бионеорганической химии.
4. Биогенные элементы и их соединения с биоактивными веществами.
5. Биометаллы – *s*- и *d*-элементы.
6. Неметаллы как биомикроэлементы.
7. Переносчики кислорода.
8. Биологическая и абиологическая фиксация азота и азотный цикл.
9. Фосфаты и биоэнергетика. Роль магния в фосфатном переносе.
10. Типы реакций биологического окисления, электронтранспортные цепи.
11. Комплексы металлов с аминокислотами, основные электронодонорные группы аминокислот.
12. Пептидные группы как лиганды, комплексы металлов с пептидами.
13. Комплексы металлов с белками. Неспецифические взаимодействия металлов с белками.
14. Нуклеиновые кислоты в качестве лигандов. Химиотерапевтические

агенты.

15. Комплексы биометаллов с нуклеотидами и простыми анионами.
16. Основные направления моделирования в бионеорганической химии.
Модели координации металлов с белками и их ограничения.
17. Модели ионофоров. Модельные соединения, в которых предполагается синглетный кислород.
18. Моделирование в энзимологии. Модели электронного транспорта.
19. Получение, структура и функции биосовместимых материалов на основе соединений металлов. Биоматериалы и требования к ним.
20. Классификация биокерамики. Керамические материалы на основе оксидов алюминия, циркония, гидрокси- и фторапатита. Биоактивная стеклокерамика.
21. Ферромагнитная и радиоактивная биокерамика для лечения злокачественных опухолей.
22. Керамика для протезирования зубов. Углеродная керамика для сердечного клапана.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 70 % и промежуточного контроля – 30 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 25 баллов,
- письменная контрольная работа - 20 баллов,
- тестирование - 25 баллов.

Зачет сдают в устной или письменно-устной форме в виде ответов на задания; если понадобится, то задаются дополнительно контрольные вопросы (при необходимости уточнить оценку).

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса и демонстрацию способности самостоятельно анализировать вопросы применения и развития современной неорганической химии.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценка по дисциплине не может быть выставлена.

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

а) основная литература:

1. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений: учеб. пособие. – М.: Academia, 2007
2. Биометаллоорганическая химия. Под ред. Ж.Жауэна М., БИНОМ, 2009.
3. Биологическая неорганическая химия. Под ред. И.Бертини. Изд. БИНОМ. М., 2013, Т.1 – 2.
4. Чистяков Ю.В. Основы бионеорганической химии. М.: Химия, Колос, 2007
5. Неорганическая биохимия (под ред. Г.Эйхгорна).- М.: Мир, 1978. ТТ. 1, 2.
6. Ленский, А. С. Биофизическая и бионеорганическая химия: Учебное пособие для вузов / А. С. Ленский, И. Ю. Белавин, С. Ю. Былинкин. - М.: Медицинское информационное агентство, 2008. - 416 с.
7. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: в 2 кн. /под ред. Ю. А. Ершова. - М.: Юрайт, 2016. – кн. 1 – 2
8. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. Т.1 и 2. Пер. под ред. В.П. Зломанова. М.: Мир, 2004.

б) дополнительная литература:

9. Неорганическая биохимия (под ред. Г.Эйхгорна).- М.: Мир, 1978. ТТ. 1, 2.
10. Слесарев В.И.. Основы химии живого. СПб, Химиздат, 2000.
11. Хьюз М.. Неорганическая химия биологических процессов. М.Мир. 1983.
12. Яцимирский К.Б. Введение в бионеорганическую химию. Киев: Наукова думка, 1976.
13. Зигель Х. Ионы металлов в биологических системах. М.: Мир, 1982.
14. Уильямс Д. Металлы жизни. М.: Мир, 1985.

в) периодическая литература:

Журналы: Journal of Biological Inorganic Chemistry, Journal of Inorganic Biochemistry, Bioinorganic Chemistry & Applications, Journal of Medicinal Chemistry.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>

Образовательный ресурс по химии **himhelp.ru** <http://www.himhelp.ru/>

Каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/>

Химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>

Портал фундаментального Химического образования

XuMuK <http://www.chemnet.ru>.

Химические серверы ChemWeb, ChemExpress Online, ChemNet.com

<http://www.Himhelp.ru>

Сайт по химии **ХиМик.ru** <http://www.xumuk.ru/>

Все о химии **Ximia.org** <http://www.ximia.org/>

Различные материалы по химии и смежным наукам **alhimikov.net** <http://www.alhimikov.net/>

Химическая информационная сеть. Химический факультет МГУ

<http://www.chem.msu.su/>

Электронная библиотека по химии и технике <http://www.rushim.ru/books/books.htm>

Книги по химии **gigapedia** <http://gigapedia.com/>

Журналы по естественно-научным дисциплинам **Oxford Journals. Life Sciences** <http://www.oxfordjournals.org/>

Химическая наука и образование в России <http://www.chem.msu.su/rus/>

Научная электронная библиотека **eLIBRARY** <http://elibrary.ru>

Естественно-научный образовательный портал <http://www.en.edu.ru/>

Химическая энциклопедия <http://www.chemport.ru>

Отделение химии и наук о материалах РАН <http://www.chem.ras.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению программы

Учебный материал по дисциплине дается на лекциях, практических занятиях и прорабатывается в ходе самостоятельной работы.

На лекциях систематически и последовательно излагается материал теоретического характера. Основное внимание при этом уделяется рассмотрению основных (опорных) понятий и теоретических основ молекулярной спектроскопии. При подготовке к лекции целесообразно прочитать материал лекции по любому из рекомендованных в списке литературы учебников. Это существенно помогает продуктивно воспринимать материал лекции и хорошо его законспектировать. После лекции студентам рекомендуется внимательно проработать написанный конспект лекции, непонятые места попытаться уяснить с помощью учебников. Если обучающиеся не могут самостоятельно найти ответы на возникшие вопросы, можно обратиться к лектору или преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику, и они имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления. В процессе выполнения практических работ для систематизации основных положений рекомендуется составление конспектов. Необходимо обратить внимание обучающихся на выполнение предусмотренных программой заданий в соответствии с тематическим планом, выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам от преподавателей, проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов по отдельным вопросам изучаемой темы.

Самостоятельная работа студентов способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формированию навыков исследовательской работы и ориентированию студентов на умение применять теоретические знания на практике. Поэтому только постоянная, систематическая самостоятельная работа обучающихся будет способствовать нормальному усвоению знаний. Формы и виды самостоятельной работы студентов, а также формы их контроля представлены в разделе 6. Результаты самостоятельной работы студентов учитываются при аттестации студента (при сдаче зачета).

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

При проведении занятий используются:

а) технические средства:

компьютерная техника и средства связи (проектор, экран, видеочамера), проводится компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, информационные справочные системы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных учебной рабочей программой.

б) программные системы:

операционные системы MicrosoftWindowsXP, MicrosoftVista;
поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;
специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAVBookOfficePro, SunRAVTestOfficePro;

программное обеспечение по химии [http://www/mdli.com](http://www.mdli.com);
химическое программное обеспечение
<http://www.acdlabs.com/download/>;

программное обеспечение по химии. CambridgeSoft (ChemOffice);

модели молекул [TORVSRsearchTeam: MolecularModels](#); визуализация молекул (более 175000 трехмерных молекулярных моделей с возможностью поиска) [onlineGIF/PNGcreatorforchemicalstructures](#);
рисование лабораторного оборудования [TheGlasswareGallery](#)

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованные учебные аудитории для проведения **лекционных и практических занятий**, помещения для **лабораторных работ** на группу студентов из 12 человек и **вспомогательное помещение** для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещения для лекционных и практических занятий укомплектованы комплектами электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).