

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГПУ

С.И. Василец

06.06. 2020 г.

Регистрационный № УД- 25-22 дедо/18/ /уч.



АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-02 04 01 Биология и химия

2020 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы для учреждений высшего образования по учебной дисциплине «Аналитическая химия», утвержденной 04.02.2015, регистрационный № ТД-А 529/тип. и учебного плана учреждения высшего образования по специальности 1 – 02 04 01 «Биология и химия»

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.В. Суханкина, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат педагогических наук, доцент;

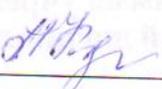
А.Л. Козлова-Козыревская, заведующий кафедрой химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой химии

(протокол № 9 от 26.03.2020)

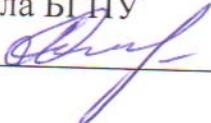
Заведующий кафедрой


_____ А.Л. Козлова-Козыревская

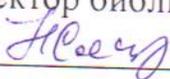
Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 5 от 16.06.2020 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического
отдела БГПУ


_____ Е.А. Кравченко

Директор библиотеки БГПУ


_____ Н.П. Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Аналитическая химия» разработана на основе типовой учебной программы для учреждений высшего образования по учебной дисциплине «Аналитическая химия» и в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-02 04 01 «Биология и химия».

Целью изучения учебной дисциплины «Аналитическая химия» является получение студентами базовых знаний по всем аспектам современной аналитической химии, разрабатывающей на основе фундаментальных законов естествознания принципиальные методы и приемы аналитических измерений.

К основным **задачам** учебной дисциплины относится изучение теории и практики химических методов качественного и количественного анализа органических и неорганических веществ, а также базовых основ физико-химических методов анализа.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, полученные при изучении учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия». Содержание учебной дисциплины «Аналитическая химия» является основой для дальнейшего изучения учебных дисциплин химического блока – «Современные методы получения и исследования веществ», «Биологическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Методика преподавания химии», а также дисциплин биологического блока путем установления межпредметных связей.

Изучение учебной дисциплины «Аналитическая химия» должно обеспечить формирование у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

Требования к **академическим компетенциям**.

Студент должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к **социально-личностным компетенциям**.

Студент должен:

- СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.
- СЛК- 6. Уметь работать в команде.

Требования к **профессиональным компетенциям**.

Студент должен быть способен:

– ПК-14. Развивать навыки самостоятельной работы обучающихся с учебной, справочной, научной литературой и др. источниками информации.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

– положения теории растворов электролитов и закона действующих масс;

– сущность и характеристику методов выделения, разделения и концентрирования;

– классификацию и теоретические основы качественных химических методов анализа, групповые и индивидуальные свойства ионов и веществ;

– теоретические основы и возможности применения количественных химических методов анализа (гравиметрического, титриметрического);

– специфику анализа различных объектов, включая вещества и продукты природного и синтетического происхождения;

– общие представления о физико-химических методах анализа, их применении для установления качественного и количественного состава анализируемых объектов;

уметь:

– выбирать оптимальные метод и методику определения качественного и количественного состава анализируемых объектов;

– проводить теоретический расчет аналитических параметров;

– проводить интерпретацию данных, полученных с помощью изучаемых методов для определения химического состава веществ;

владеть:

– основными приемами работы в аналитической лаборатории (операциями осаждения, титрования, взвешивания, экстрагирования, пробоподготовки);

– практическими навыками выполнения разделения и/или анализа объектов;

– навыками работы с аналитическими приборами.

Учебная программа определяет объем материала, который подлежит изучению.

Преподавание учебной дисциплины «Аналитическая химия» предусматривает проведение лекций, семинарских, практических и лабораторных занятий, которые должны быть обеспечены техническими средствами обучения, необходимым лабораторным оборудованием и реактивами. Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в

виде устного (лабораторные коллоквиумы) и письменного контроля (рекомендуется выполнение 3-х контрольных работ в семестре).

При изучении учебной дисциплины целесообразно применять разнообразные сочетания элементов проблемного и развивающего обучения, личностно-ориентированного подхода, модульной и проектной технологии, технологий ТСО, различные формы моделирования и визуализации химических объектов. При этом широко используются специфические для химии методы обучения: химический эксперимент и решение расчетных химических задач.

Всего на изучение учебной дисциплины «Аналитическая химия» для специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» на дневной форме получения образования отводится 238 часов (6,5 з.е.). Из них аудиторных – 116 часов (40 часов – лекции, 44 часа – лабораторные занятия, 16 часов – практические занятия, 16 часов – семинарские занятия). На самостоятельную работу студентов отводится 122 часа (из них 36 ч отводится на подготовку к экзамену).

Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом в форме экзамена (3 семестр).

Учебным планом специальности отводится 40 часов на выполнение курсовой работы в 7 семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Тема 1.1. Основные понятия аналитической химии. Положения теории растворов электролитов и закона действующих масс. Структура аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Понятие об аналитическом сигнале. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов. Использование законов термодинамики и кинетики для описания реальных гомогенных и гетерогенных систем. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Активность электролитов, ионов, коэффициент активности. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов. Виды констант химического равновесия, используемых в химико-аналитических исследованиях.

Тема 1.2. Протолитические равновесия. Современное представление о кислотах и основаниях. Концентрация и активность ионов гидроксония в водной среде. Использование кислотно-основных процессов в анализе. Влияние природы растворителя на кислотно-основные равновесия в растворе. Описание равновесия в системах: раствор сильного электролита, раствор слабого электролита (одно- и многоосновного), раствор гидролизующихся солей. Кислотно-основные буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость.

Тема 1.3. Равновесие в системе осадок-раствор. Константа растворимости как частный случай константы равновесия. Концентрационная и термодинамическая константы растворимости. Растворимость как основная аналитическая характеристика. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Количественное осаждение, фракционное осаждение. Механизм образования осадков. Соосаждение. Адсорбция на поверхности осадка и закономерности ее протекания. Оклюзия и изоморфизм. Особенности образования коллоидных систем.

Тема 1.4. Окислительно-восстановительные реакции и их использование в химическом анализе. Связь константы равновесия окислительно-восстановительной реакции со стандартными окислительно-восстановительными потенциалами систем. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительной реакции. Использование окислительно-восстановительных реакций при подготовке пробы к анализу, в качественном и количественном химическом анализе. Основные

неорганические и органические окислители и восстановители. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого компонента.

Тема 1.5. Комплексообразование в химическом анализе. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Константы устойчивости комплексов. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе: хелатные комплексные соединения металлов, амино-, ацидо-, гидроксокомплексы. Инертные и лабильные комплексы. Примеры использования процессов комплексообразования в химическом анализе: осаждение катионов и анионов из растворов, растворение осадков, разделение методом фракционного осаждения, открытие ионов по изменению окраски раствора в результате образования окрашенных комплексов, маскировка ионов, концентрирование веществ.

РАЗДЕЛ 2. ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Тема 2.1. Общие вопросы пробоподготовки и пробоотбора. Проба и объект анализа. Проба и метод анализа. Отбор проб газообразных, жидких и твердых объектов. Методы разложения проб: «мокрые» и «сухие». Методы разделения и концентрирования: процессы и реакции, лежащие в основе методов. Классификация методов: испарение, озоление, осаждение и соосаждение; экстракция, сорбционные, электрохимические и хроматографические методы. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода.

Тема 2.2. Использование ионообменных и сорбционных методов и метода экстракции в анализе. Суть метода жидкостной экстракции. Закон распределения Нэрнста. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов. Сорбционные методы: классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса. Количественное описание сорбционных процессов.

РАЗДЕЛ 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕТОДАХ КАЧЕСТВЕННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ

Тема 3.1. Выявление и идентификация неорганических веществ. Аналитические задачи и выбор метода обнаружения и идентификации неорганических соединений. Понятие о дробном и систематическом анализе. Понятие о физических методах обнаружения и идентификации неорганических соединений. Микрорентгенофлуоресцентный анализ. Пирохимический анализ.

Капельный анализ. Понятие о хроматографических методах качественного анализа.

Тема 3.2. Анализ органических объектов. Определение состава, строения и идентификация органических соединений химическими, физико-химическими и физическими методами. Представление о качественном элементном анализе и анализе функциональных групп. Общая схема выделения биологически активных соединений из природных объектов, пробоподготовки и установления их строения. Представление об анализе природных и синтетических высокомолекулярных соединений, полимерных материалов.

РАЗДЕЛ 4. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Тема 4.1. Гравиметрический анализ. Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема гравиметрического анализа. Практическое применение метода.

Тема 4.2. Титриметрический анализ.

4.2.1. Основные понятия титриметрического анализа. Классификация методов титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения состава растворов в титриметрии. Приготовление растворов-титрантов. Виды кривых титрования. Точка стехиометричности (эквивалентности) и конечная точка титрования. Расчеты в титриметрическом анализе.

4.2.2. Кислотно-основное титрование. Алкалиметрия и ацидиметрия. Приготовление и стандартизация растворов титрантов. Расчет и построение кривых кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Теории индикаторов. Выбор индикатора. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Практическое применение метода.

4.2.3. Осадительное титрование. Расчет и построение кривых титрования. Способы фиксации конечной точки титрования. Аргентометрия: метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса. Практическое применение метода.

4.2.4. Окислительно-восстановительное титрование. Расчет и построение кривых титрование. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Способы фиксации конечной точки титрования; окислительно-

восстановительные индикаторы. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Система йод - иодид как окислитель или восстановитель. Практическое применение метода.

4.2.5. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Особенности использования аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное и косвенное. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения. Практическое применение комплексометрического титрования. Определение общей жесткости воды.

РАЗДЕЛ 5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДАХ АНАЛИЗА

Тема 5.1. Общая характеристика физико-химических методов анализа. Достоинства, ограничения, области применения оптических, электрохимических, хроматографических методов анализа. Основные приемы определения и расчета концентраций в физико-химических методах. Прямые измерения (метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок); косвенные измерения (метод титрования).

Тема 5.2. Теоретические основы хроматографии. Основные понятия. Классификация хроматографических методов. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Параметры удерживания. Детекторы. Понятие о газовой хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ. Понятие о жидкостной хроматографии.

Тема 5.3. Оптические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента.

Тема 5.4. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Измерение потенциала. Ионометрия.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

В системе профессиональной подготовки специалистов важное место занимает научно-исследовательская работа студентов, и в частности, такая форма её организации, как написание и защита курсовой работы.

Курсовая работа представляет собой логически завершенное и оформленное в виде текста произведение научно-исследовательского содержания, направленное на решение определенных проблем и задач в области аналитической химии.

Выполнение курсовой работы направлено на достижение следующих целей:

- ✓ систематизация, углубление и закрепление теоретических и практических знаний по дисциплине «Аналитическая химия»;
- ✓ применение полученных знаний по дисциплине при решении конкретных научно-практических задач, а также навыков самостоятельной работы с научной литературой и обработки результатов теоретических или экспериментальных исследований;
- ✓ овладение методикой современных научных исследований в определенной области знаний;
- ✓ приобретение навыков оформления научной работы.

Учебным планом специальности отводится 40 часов на выполнение курсовой работы. Тема курсовой работы утверждается на кафедре химии, а задание на ее выполнение оформляется руководителем.

Структура курсовой работы должна способствовать раскрытию избранной темы и ее составных элементов. Все части курсовой работы должны быть взаимосвязаны и изложены в строгой логической последовательности. Структурными элементами курсовой работы являются: задание, титульный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, библиографический список, приложения.

Во введении обосновывается выбор темы, актуальность и степень ее разработанности, формулируется цель и задачи исследования, определяется его объект и предмет, указываются методы, с помощью которых будут решаться поставленные задачи. Также во введении дается общая характеристика работы и указывается ее объем: количество глав, точное количество таблиц, схем, рисунков, приложений и использованных источников.

В основной части курсовой работы (главах и разделах) необходимо логично и аргументировано излагать методику и результаты исследования. При написании глав и разделов исследователь обязан делать ссылки на источники, из которых он заимствует материал и затем анализирует его.

Содержание структурных частей работы должно соответствовать цели и задачам исследования. В конце каждой главы следует сформулировать краткие выводы.

Заключение – это логически стройное изложение основных результатов исследования и сделанных на их основе выводов. В нем должны быть подведены итоги исследования по проблеме, оно может содержать 3–5 крупных обобщений, подводящих итоги выполненной работы.

Библиографический список – это перечень литературных источников и других материалов, на которые в курсовой работе приводятся ссылки. Библиографический список оформляется в соответствии с требованием «Инструкции по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации».

Приложения включают графические, статистические и иные материалы по результатам исследования, а также дополнительные и вспомогательные материалы. В тексте курсовой работы делаются ссылки на соответствующие приложения. Каждое приложение оформляется на отдельных листах, в правом верхнем углу указывается его порядковый номер: Приложение 1, Приложение 2 и т. п.

Объем курсовой работы должен находиться в пределах 25–40 страниц текста, включая иллюстрации, таблицы и список использованных источников.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Методические пособия, средства обучения (оборудование и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
III семестр									
1	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ	14	2	12		28			
1.1	Основные понятия аналитической химии. Положения теории растворов электролитов и закона действующих масс	4		2		6			
1.1.1	Структура аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Понятие об аналитическом сигнале. Использование законов термодинамики для описания реальных гомогенных и гетерогенных систем. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов.	2				2			
1.1.2	Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Виды констант химического равновесия, используемых в химико-аналитических исследованиях. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Активность электролитов, ионов, коэффициент активности. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов.	2		2		4			Тестовый контроль
1.2	Протолитические равновесия	2		4		6			
1.2.1	Современные представления о кислотах и основаниях. Протолитическая теория Брендстеда-Лоури. Влияние природы растворителя на кислотно-основные равновесия в растворе.	2				2		1, 2, 3, 4, 7	

1.2.2	Описание равновесия в системах: раствор сильного электролита, раствор слабого электролита (одно- и многоосновного), раствор гидролизующихся солей. Кислотно-основные буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость.			4		4			Рейтин- говая к/р № 1
1.3	Равновесие в системе осадок-раствор	8	2	2		8			
1.3.1	Константа растворимости как частный случай константы равновесия. Концентрационная и термодинамическая константы растворимости. Растворимость как основная аналитическая характеристика.	2				4		1, 2, 3, 4, 7	Рейтин- говая к/р № 2
1.3.2	Факторы, влияющие на растворимость осадков. Количественное осаждение, фракционное осаждение. Механизм образования осадков. Соосаждение. Адсорбция, окклюзия и изоморфизм.	2				4			
1.4	Окислительно-восстановительные реакции и их использование в химическом анализе. Окислительно-восстановительные потенциалы систем. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительной реакции. Использование ОВР при подготовке пробы к анализу, в качественном и количественном химическом анализе. Основные неорганические и органические окислители и восстановители.	2				4		1, 2, 3, 4, 7	
1.5	Комплексообразование в химическом анализе. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Константы устойчивости комплексов. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе: хелатные комплексные соединения металлов, amino-, ацидо-, гидроксокомплексы. Инертные и лабильные комплексы Примеры использования процессов комплексообразования в химическом анализе: осаждение катионов и анионов из растворов, растворение осадков, разделение методом фракционного осаждения, открытие ионов по изменению окраски раствора в	2				4			

	результате образования окрашенных комплексов, маскировка ионов, концентрирование веществ								
2	ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ	3		2		6			
2.1	Общие вопросы пробоподготовки и пробоотбора. Проба, объект и метод анализа. Отбор проб газообразных, жидких и твердых объектов. Методы разложения проб: «мокрые» и «сухие». Методы разделения и концентрирования: процессы и реакции, лежащие в основе методов. Классификация методов: испарение, озоление, осаждение и соосаждение; экстракция, сорбционные, электрохимические и хроматографические методы. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения.	2				3			
2.2	Использование ионообменных и сорбционных методов и метода экстракции в анализе. Суть метода жидкостной экстракции. Закон распределения Нэрнста. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов. Сорбционные методы: классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса. Количественное описание сорбционных процессов.	1		2		3		1, 2, 3, 4, 7 1, 2, 3, 4, 7	
3	ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕТОДАХ КАЧЕСТВЕННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ	4			4	8			
3.1	Выявление и идентификация неорганических веществ. Понятие о дробном и систематическом анализе. Понятие о физических методах обнаружения и идентификации неорганических соединений. Микрорентгенофлуоресцентный анализ. Пирохимический анализ. Капельный анализ. Понятие о хроматографических методах качественного анализа. Л.р. Качественный анализ неорганических ионов.	2				4	оборудование, необходимое для выполнения лаборатор. работы	1, 2, 3, 4, 7	Защита лабораторной работы
					4				

3.2	<p>Анализ органических объектов. Определение состава, строения и идентификация органических соединений химическими, физико-химическими и физическими методами. Представление о качественном элементном анализе и анализе функциональных групп Общая схема выделения биологически активных соединений из природных объектов, пробоподготовки и установления их строения.</p>	2				4		1, 2, 3, 4, 7	
4	ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА	14	8		36	30			
4.1	<p>Гравиметрический анализ. Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема гравиметрического анализа. Практическое применение метода. Л.р. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах и влажности веществ. Л.р. Определение содержания алюминия и магния методом осаждения 8-оксихинолином.</p>	4			4 4	4			Тестовый контроль
4.2	Титриметрический анализ	10	8		28	26			Рейтинговая к/р № 3
4.2.1	<p>Основные понятия титриметрического анализа. Классификация методов титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения состава растворов в титриметрии. Приготовление растворов-титрантов. Виды кривых титрования. Точка стехиометричности и конечная точка титрования. Расчеты в титриметрическом анализе. Л.р. Приготовление растворов-титрантов. Расчеты.</p>	2	2		4	6		1, 2, 3, 4, 7	Тестовый контроль

4.2.2	<p>Кислотно-основное титрование. Алкалиметрия и ацидиметрия. Приготовление и стандартизация растворов титрантов. Кислотно-основные индикаторы. Теории индикаторов. Выбор индикатора. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Кислотно-основное титрование в неводных средах.</p> <p>Расчет и построение кривых кислотно-основного титрования.</p> <p>Практическое применение метода. Стандартизация рабочих растворов титрантов. Определение кислотности молока. Определение карбонатной жесткости воды. Определение массовой доли карбоната кальция в известняке. Определение ортофосфорной кислоты в растворе.</p> <p>Л.р. Определение карбонатной жесткости воды.</p> <p>Л.р. Определение ортофосфорной кислоты в растворе.</p>	2	2		4 4	8		1, 2, 3, 4, 7	Индивидуальное задание Защита лабораторной работы
4.2.3	<p>Осадительное титрование. Расчет и построение кривых титрования. Способы фиксации конечной точки титрования. Аргентометрия: метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса.</p> <p>Практическое применение метода. Определение хлорид-ионов в природной воде аргентометрическим титрованием</p>	2				4		1, 2, 3, 4, 7	
4.2.4	<p>Окислительно-восстановительное титрование.</p> <p>Расчет и построение кривых титрование. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Способы фиксации конечной точки титрования; окислительно-восстановительные индикаторы. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Йодометрия.</p> <p>Практическое применение метода. Стандартизация раствора перманганата калия. Определение железа в соли Мора перманганатометрическим и дихроматометрическим титрованием.</p> <p>Л.р. Стандартизация раствора перманганата калия по щавелевой кислоте.</p> <p>Л.р. Определение железа в соли Мора.</p>	2	2		4 4	4			Защита лабораторной работы

4.2.5	<p>Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Особенности использования аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное и косвенное. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения.</p> <p>Практическое применение комплексометрического титрования. Определение общей жесткости воды.</p> <p>Л.р. Стандартизация раствора трилона Б. Л.р. Определение общей жесткости воды.</p>	2	2			4	Оборудование, необходимое для выполнения лаборатор. работы	1, 2, 3, 4, 7	Защита лабораторной работы
5	ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДАХ АНАЛИЗА	5	6	2	4	14			
5.1.	<p>Общая характеристика физико-химических методов анализа. Достоинства, ограничения, области применения оптических, электрохимических, хроматографических методов анализа.</p> <p>Основные приемы определения и расчета концентраций в физико-химических методах. Прямые измерения (метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок); косвенные измерения (метод титрования).</p>	1		2		2		1, 2, 3, 4, 7	
5.2.	<p>Теоретические основы хроматографии. Основные понятия. Классификация хроматографических методов. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Параметры удерживания. Детекторы. Понятие о газовой хроматографии.</p> <p>Качественный и количественный хроматографический анализ. Понятие о жидкостной хроматографии.</p>	1		2		4	Оборудование, необходимое для выполнения лаборатор. работы	1, 2, 3, 4, 7	Тестовый контроль
5.3.	<p>Оптические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.</p> <p>Основные законы испускания и поглощения электромагнитного</p>	2				4			Защита лабораторной работы

	излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Л.р. Определение ионов мели в растворе фотометрическим методом.		2			4			
5.4.	Электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Измерение потенциала. Ионометрия.	1				4			Тестовый контроль
			2						
Всего по дисциплине аудиторных часов		40	16	16	44	86			Экзамен (36 ч)

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология. Химия» / сост.: Н. В. Суханкина, А. Л. Козлова // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/10045>. – Дата доступа: 11.05.2020.
2. Суханкина, Н. В. Аналитическая химия: количественный химический анализ : практикум для студентов высш. образования обучающихся по специальности 1-02 04 01 «Биология. Химия» / Н.В. Суханкина, А. Л. Козлова-Козыревска. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2017. – 95 с.

Дополнительная литература

1. Аналитическая химия: титриметрический анализ : лаб. практикум / авт.-сост. Н. В. Суханкина. – Минск : Белорус. гос. пед. ун-т, 2006. – 48 с.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия: сборник вопросов упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. – М. : Дрофа, 2004. – 320 с.
3. Власова, Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е. Г. Власова, Л. Б. Кузнецова, О. М. Петрухин. – М. : Лаб. знаний, 2017. – 464 с.
4. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия: химические методы анализа : учеб. пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – Минск : Новое знание, 2011. – 542 с.
5. Золотов, Ю. А. Основы аналитической химии : учеб. для вузов : в 2 кн. / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева. – М. : Высш. шк., 2004. – Кн. 1. – 395 с.
6. Золотов, Ю. А. Основы аналитической химии : учеб. для вузов. : в 2 кн. / Ю. А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В. И. Фадеева. – М. : Высш. шк., 2004. – Кн. 2. – 505 с.
7. Кунце, У. Основы качественного и количественного анализа / У. Кунце, Г. Шведт. – М. : Мир, 1997. – 424 с.
8. Мечковский, С. А. Аналитическая химия : учеб. пособие / С. А. Мечковский. – Минск : Университетское, 1991. – 334 с.
9. Отто, М. Современные методы аналитической химии / М. Отто. – 3-е изд. – М. : Техносфера, 2008. – 544 с.
10. Сабадвари, Ф. История аналитической химии / Ф. Сабадвари, А. Робинсон. – М. : Мир, 1984. – 304 с.
11. Харитонов, Ю. А. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Харитонов, Д. Н. Джабаров. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 240 с.

12. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия: аналитика : в 2 т. / Ю. Я. Харитонов. – М. : Высш. шк., 2008. – Т. 1. – 615 с.

13. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия: аналитика : в 2 т. / Ю. Я. Харитонов. – М. : Высш. шк., 2008. – Т. 2. – 559 с.

14. Харитонов, Ю. Я. Примеры и задачи по аналитической химии : учеб. пособие / Ю. Я. Харитонов, В. Ю. Григорьева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 299 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Целью самостоятельной работы студентов является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся; формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения, обобщения и применения знаний на практике, а также саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, обеспечивающие активную роль студентов в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечень заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется студентами на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;

- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;
- выполнение патентно-информационного поиска;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- подготовку докладов;
- подготовку презентаций;
- составление тестов;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Таким образом, задания для самостоятельной работы по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- рейтинговой контрольной работы;
- теста;
- коллоквиума;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях;
- экзамен.

ПЕРЕЧЕНЬ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Аналитическая химия» используются следующие средства:

- устный опрос при получении студентом допуска к проведению лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- опрос по выяснению знаний по теме (коллоквиум);
- дифференцированные тесты по отдельным разделам и темам учебной дисциплины;
- рейтинговые контрольные работы;
- экзамен.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Общая и неорганическая химия	Химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (знакомство с основами химической термодинамики и химической кинетики)	Пр. № 9 от 26.03.2020 г.
Органическая химия	Химии	Согласовано на стадии подготовки учебной программы (рассмотрены особенности образования ковалентной связи атомами углерода с атомами других элементов)	Пр. № 9 от 26.03.2020 г.

Требования к выполнению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1.	Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов	2	Выявить закономерности протекания аналитических реакций [3]. Составить уравнения качественных реакций для указанных веществ	Письменная работа в виде теста
2.	Основные положения теории Дебая-Хюккеля.	4	Подготовиться к расчетам активностей электролитов и коэффициентов активностей	Письменная работа в виде таблицы
3.	Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Влияние природы растворителя на кислотно-основные равновесия в растворе	2	Подготовить презентацию с основными положениями протолитической теории	Мультимедийная презентация
4.	Кислотно-основные буферные системы и механизм их действия	4	Подготовить аннотированный список буферных систем и провести расчеты буферной емкости различных систем	Аннотированный список
5.	Концентрационная и термодинамическая константы растворимости	4	Подготовить диагностический инструментарий для изучения концентрационной и термодинамической констант растворимости	Презентация инструментария
6.	Механизм образования осадков	4	Составить уравнения, отражающие механизмы образования различных осадков. Изучить процессы соосаждения, адсорбции, окклюзии и изоморфизма [4]	Письменная контрольная работа
7.	Окислительно-восстановительные потенциалы систем	4	Подготовить презентацию о влиянии различных факторов на направление окислительно-восстановительной реакции	Мультимедийная презентация
8.	Примеры использования процессов комплексообразования в	4	Составить уравнения реакций, отражающих осаждение катионов и анионов из растворов,	Письменная проверочная работа

	химическом анализе		растворение осадков, разделение методом фракционного осаждения, открытие ионов по изменению окраски раствора в результате образования окрашенных комплексов	
9.	Отбор проб газообразных, жидких и твердых объектов	3	Подготовить таблицу методов разложения проб: «мокрые» и «сухие»	Презентация рабочей таблицы
10.	Основные типы соединений, используемых в экстракции	3	Подготовить вопросы к химическому тесту по основным классам экстрагентов, применяемых в анализе	Письменная тестовая работа
11.	Понятие о дробном и систематическом анализе. Понятие о физических методах обнаружения и идентификации неорганических соединений	4	Подготовить план-конспект по общей характеристике дробного и систематического анализа катионов и анионов	Мультимедийная презентация плана-конспекта
12.	Определение состава, строения и идентификация органических соединений химическими, физико-химическими и физическими методами	4	Составить схемы анализа состава и строения органических соединений разными методами	
13.	Общая схема гравиметрического анализа	4	Привести примеры практического применения гравиметрического метода анализа	Презентация материала
14.	Классификация методов титриметрического анализа	6	Выявить основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе	План-конспект
15.	Расчет и построение кривых кислотно-основного титрования	8	Провести расчеты кривых титрования различных веществ (задачи 3-12) [4]	План-конспект
16.	Расчет и построение кривых осадительного титрования	4	Провести расчеты кривых титрования различных веществ (задачи 16-27) [4]	План-конспект
17.	Расчет и построение кривых окислительно-восстановительного титрования	4	Провести расчеты кривых титрования различных веществ (задачи 29-35) [4]	План-конспект
18.	Способы	4	Провести расчеты кривых	План-конспект

	комплексометрического титрования: прямое, обратное и косвенное		титрования различных веществ (задачи 40-55) [4]	
19.	Основные приемы определения и расчета концентраций в физико-химических методах	2	Решить задачи по определению концентраций различных веществ в физико-химических методах (задачи 12-45) [5]	План-конспект, тестовый контроль
20.	Качественный и количественный хроматографический анализ	4	Расчитать выходные хроматографические кривые (задачи 76-89) [5]	Тестовый контроль
21.	Классификация спектроскопических методов	4	Подготовить таблицу классификации спектроскопических методов анализа и примеров их применения	Мультимедийная презентация
22.	Общая характеристика электрохимических методов анализа	4	Подготовить аннотированный список электрохимических методов анализа	Аннотированный список
Всего по учебной дисциплине - 86 часов				

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Предмет и задачи АХ. Научное и практическое значение АХ. Структура современной АХ. Химический анализ. Качественный и количественный анализ. Классификация методов: химические, физические и физико-химические. Понятие об аналитическом сигнале.

2. Пробоотбор. Отбор проб газов, жидкостей, твердых веществ. Пробоподготовка: высушивание, разложение, устранение влияния мешающих компонентов, перевод пробы в раствор. Разделение и концентрирование.

3. Качественный химический анализ. Аналитические признаки. Типы аналитических реакций. Аналитические реагенты: групповые, характерные, специфические.

4. Качественный химический анализ неорганических соединений: анализ смеси ионов дробным и систематическим методами. Качественный анализ катионов. Качественный анализ анионов. Качественный анализ органических соединений.

5. Закон действующих масс. Концентрационная и термодинамическая константы химического равновесия.

6. Теории кислот и оснований. Сила кислот и оснований. Амфолиты. Сильные и слабые электролиты. Ионная сила раствора. Активность ионов, коэффициент активности и его связь с ионной силой раствора. Ионное произведение воды. Расчет рН растворов сильных и слабых кислот и оснований. Буферные растворы и их применение в анализе. Механизм действия, вывод формул для расчета рН ацетатного и аммиачного буферов. Применение буферных систем в анализе.

7. Константа растворимости. Растворимость осадков. Истинная термодинамическая и концентрационная константы растворимости. Условие образования осадков. Факторы, влияющие на растворимость осадков: рН, комплексообразование, растворение в результате ОВР, добавление одноименных с осадком ионов, солевой эффект. Фракционное (дробное) осаждение. Соосаждение. Адсорбция на поверхности осадка и закономерности ее протекания. Общие рекомендации при получении кристаллических и аморфных осадков.

8. Гравиметрический анализ: сущность, классификация: методы отгонки, осаждения, выделения. Основные операции в гравиметрическом анализе. Выбор осадителя, требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Основные этапы гравиметрического анализа по методу осаждения. Практическое применение метода: определение влажности веществ и гигроскопической влаги методом отгонки. Определение массовой доли алюминия в алюмокалиевых квасцах методом осаждения.

9. Титриметрический анализ. Сущность метода. Классификация. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование.

Способы выражения состава растворов: молярная и массовая концентрации, массовая доля. Стандартные растворы. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандартные растворы. Стандартизация. Методы пипетирования и отдельных навесок. Фиксаналы.

10. Теории индикаторов: ионная и хромофорная. Интервал перехода индикаторов. Показатель титрования. Примеры кислотно-основных индикаторов и механизм их действия.

11. Кривые титрования. Точка стехиометричности и конечная точка титрования. Скачок титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Построение кривой титрования «сильная кислота - сильное основание». Построение кривой титрования «слабая кислота - сильное основание». Построение кривой титрования многоосновных кислот. Погрешности титрования.

12. Кислотно-основное титрование: алкалиметрия (титранты, приготовление стандартных растворов, выбор индикатора). Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия по щавелевой и хлороводородной кислотам. Примеры практического применения - анализ кислотности молока прямым титрованием, определение массовой доли карбоната кальция в известняке обратным титрованием. Титрование ортофосфорной кислоты двумя способами. Ацидиметрическое титрование. Приготовление и стандартизация раствора хлороводородной кислоты по буре. Определение карбонатной жесткости воды.

13. Комплексометрическое титрование. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Примеры практического применения комплексометрического титрования: определение общей жесткости воды, определение кальция и магния при совместном присутствии. Жесткость воды (общая, карбонатная, некарбонатная, способы определения).

14. Окислительно-восстановительное титрование: сущность, классификация, индикаторы, способы фиксации конечной точки титрования. Перманганатометрия в кислой, нейтральной и щелочной средах. Примеры прямого, обратного, заместительного перманганатометрического титрования. Приготовление титранта перманганата калия и его стандартизация. Примеры практического применения: определение ионов железа в растворе перманганатометрическим методом. Дихроматометрия: приготовление стандартных растворов титранта дихромата калия, использование окислительно-восстановительных индикаторов. Практическое применение метода дихроматометрии: определение Fe (II). Йодометрия и иодидометрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель.

15. Осадительное титрование: аргентометрия (метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса).

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Баллы	Показатели оценки
1	2
1 (один)	Отсутствие знаний и компетентности в рамках образовательного стандарта.
2 (два)	Фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых и логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
3 (три)	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными и логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.
4 (четыре)	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, умение их использовать в решении стандартных задач; умение ориентироваться в основных теориях, направлениях по изучаемой дисциплине; работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях.
5 (пять)	Достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях, направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;

	самостоятельная работа на лабораторных занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
6 (шесть)	Полные и систематические знания в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментами и приборами учебной дисциплины, способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.
7 (семь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные вывод и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
8 (восемь)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в

	основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
9 (девять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; точное использование научной терминологии; грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку; умение делать обоснованные выводы и обобщения; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.
10 (десять)	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии; грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; полное усвоение основной и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине; способность самостоятельно решать сложные проблемы в нестандартной ситуации; умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им аналитическую оценку, использовать достижения других дисциплин; творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.