

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт
Кафедра «Химии»

Утверждено на заседании кафедры
«Химии»
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



В.А. Алферов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

с направленностью (профилем)

Технология органического синтеза

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180301-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик(и):

Бабкина Е.Е., доц. каф химии, к.х.н., доц.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является изучение современных методов анализа веществ и их применения для конкретных практических задач.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- Формирование у студентов понимания роли химического анализа и места аналитической химии в системе наук;
- Овладение метрологическими основами химического анализа;
- Изучение теоретических основ аналитической химии, принципов и областей использования основных методов химического анализа (химических, физических).

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 3 и 4 семестрах.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) основы теории фундаментальных разделов аналитической химии; состав, строение и химические свойства простых веществ и химических соединений (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.1);
- 2) фундаментальные математические, физические, физико-химические, химические законы (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1);
- 3) основные методы и средства проведения аналитических экспериментальных исследований и испытаний с учетом требований техники безопасности (код компетенции – ОПК-5, код индикатора – ОПК-5.1).

Уметь:

- 1) систематизировать и анализировать результаты аналитических экспериментов, наблюдений, измерений, интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов аналитической химии; формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ аналитической направленности (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.2);
- 2) применять математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач теоретического и прикладного характера в аналитической химии (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.2);
- 3) выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования, испытания по заданной аналитической методике (код компетенции – ОПК-5, код индикатора – ОПК-5.2).

Владеть:

- 1) навыками анализа химических веществ и материалов, использующихся в технологических процессах (код компетенции – ОПК-1, код индикатора – ОПК-1.3);
- 2) навыками использования знаний математики, физики и аналитической химии при решении практических задач (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.3);
- 3) способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений (код компетенции – ОПК-5, код индикатора – ОПК-5.3).

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения*										
3	ЗЧ	3	108	32		32			0,1	43,9
4	ЗЧ, КР	4	144	32		32		1	0,35	78,65
Итого	–	7	252	64		64		1	0,45	122,55

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
3 семестр	
1	Предмет аналитической химии, ее место в системе наук. Задачи аналитической химии. Виды анализа: элементарный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый, изотопный, локально-распределительный. Принцип и метод анализа. Классификация методов анализа по природе энергии возмущения (причина возникновения аналитического сигнала). Характеристики и виды методов анализа по диапазону определяемых содержаний и размерам пробы, чувствительности и разрешающей способности, аппаратурному оформлению и характеру объектов исследования.

№ п/п	Темы лекционных занятий
2	Основные понятия; методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, способы обеспечения достоверности результатов, аналитический сигнал, погрешности измерений. Стадии аналитического процесса, задачи, решаемые при выполнении каждой из них. Методика анализа. Выбор и оптимизация схем анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.
3	Основы теории ошибок. Систематические и случайные погрешности. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, Сопоставление с другими методами. Статистическая обработка результатов измерений; оценка результатов анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитических служб.
4	Аналитические свойства веществ. Классификации аналитических реакций (способ выполнения, назначение, тип процесса).
5	Термодинамика реакций и процессов. Константы равновесий различных процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация в различных типах растворителей. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля.
6	Кинетика реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Лимитирующая стадия параллельных и последовательных реакций. Молекулярность и порядок реакции, факторы, влияющие на ее скорость. Катализ и ингибирование. Автокаталитические реакции. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе.
7	Управление реакциями и процессами в аналитической химии. Применение закона действия масс в аналитической химии. Константа равновесия (термодинамическая, концентрационная, условная). Смещение равновесия. Описание сложных равновесий. Метод конкурирующих реакций. Общая и равновесная концентрации. Графическое описание равновесий (распределительные и концентрационно-логарифмические диаграммы).
8	Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота-растворитель-сопряженное основание. Константа кислотности и основности. Протолитические свойства растворителей, их влияние на силу кислот и оснований. Автопротолиз, ионное произведение воды, водородный показатель. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителей. Теория кислот и оснований Льюиса.
9	Концентрация водородных ионов в водных растворах электролитов. Влияние ионной силы и температуры на кислотно-основные равновесия. Вычисление рН различных протолитических систем. Одноосновные кислоты и основания. Многоосновные кислоты и основания. Смеси кислот и оснований.
10	Растворы амфолитов. Буферные системы и их свойства. Буферная емкость.
11	Равновесие в системе раствор-осадок. Произведение растворимости (термодинамическое, концентрационное, условное), растворимость. Смещение равновесия раствор-осадок при действии сильных кислот, окислителей и восстановителей, вследствие комплексообразования.
12	Расчет условий растворения и осаждения осадков. Влияние температуры на растворимость. Конкурирующие реакции соосаждения. Применение в анализе и устранение соосаждения. Физические свойства осадков. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (перекристаллизация и агрегация первичных частиц, термическое старение). Особенности образования коллоидно-дисперсных систем.

№ п/п	Темы лекционных занятий
13	Константы реакций комплексообразования. Зависимость устойчивости комплексов от свойств лигандов и комплексообразователя. Влияние различных факторов (концентрация, рН, ионная сила раствора, температура) на комплексообразование. Важнейшие неорганические и органические комплексообразователи и типы комплексных соединений, применяемые в аналитической химии.
14	Свойства комплексных соединений: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Функционально-аналитические группы. Влияние общей структуры на свойства органических реагентов, роль заместителей и хромофоров. Стереохимия молекул реагента и ее влияние на селективность взаимодействия с неорганическими ионами. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости (ступенчатые и общие), функции образования и закомплексованности, степень образования комплекса.
15	Основные закономерности равновесий и протекания окислительно-восстановительные реакции Константы равновесия окислительно-восстановительных процессов. Влияние различных факторов на равновесие окислитель-восстановитель (уравнение Нернста). Электродный потенциал. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в аналитической химии. Способы предварительного перевода определяемого элемента в нужную степень окисления.
16	Представительность пробы: взаимосвязь с объектом и методов анализа Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы из твердых, жидких и газообразных сред; устройства и приемы, используемые при этом. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа. Устранение загрязнений и потерь компонентов при отборе и хранении пробы.
4 семестр	
1	Константа и коэффициент распределения, коэффициент извлечения и концентрирования, фактор разделения. Осаждение как метод разделения, соосаждение как метод концентрирования. Способы разделения путем выбора оптимальных значений рН, образованием комплексных соединений, применением окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и требования предъявляемые к ним. Концентрирование на коллекторах. Соосаждение с кристаллическим осадком. Органические осадители, их типы и механизм действия.
2	Экстракция и экстрагирование. Типы экстракционных систем. Разделение и концентрирование веществ методом экстракции. Основные органические реагенты, применяемые в экстракции элементов. Закон распределения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Природа и характеристика экстрагентов. Оптимизация экстракционных процессов путем подбора органических растворителей, выбора рН водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции и экстрагирования. Дистилляция, возгонка, зонная плавка, криогенное концентрирование. Электрохимические методы разделения и концентрирования. Основные способы перевода проб в форму, необходимую для данного метода анализа. Разложение пробы.
3	Химические методы обнаружения. Классификация реакций в качественном анализе. Систематический анализ; основные принципы; аналитические группы катионов и анионов. Дробный анализ; способы устранения влияния мешающих компонентов. Сравнительные характеристики систематического и дробного методов.

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	Титриметрические методы анализа. Классификация. Сущность метода. Первичные и вторичные стандарты. Основные приемы титрования. Кривые титрования, их параметры. Расчет результатов титриметрического анализа. Выбор индикатора; индикаторные погрешности.
5	Кислотно-основное титрование. Рабочие растворы; рН-индикаторы; ионная теория; хромофорная теория. Кривые титрования различных типов. Факторы, влияющие на параметры кривых титрования. Практическое применение метода. Общая оценка метода.
6	Окислительно-восстановительное титрование. Варианты редоксиметрии: перманганатометрия, иодометрия и другие рабочие растворы. Индикаторы метода. Кривые титрования. Практическое применение метода.
7	Комплексонометрическое титрование. Комплексоионометрия. Рабочие растворы и индикаторы. Кривые титрования. Практическое применение метода. Другие варианты комплексометрии.
8	Титрование по методу осаждения. Аргентометрия. Рабочие растворы и индикаторы. Кривые титрования. Практическое применение метода. Другие варианты осадительного титрования.
9	Гравиметрические методы анализа. Сущность метода. Выполнение анализа. Осаждаемая и гравиметрическая форма. Расчеты в гравиметрическом анализе. Практическое применение метода. Общая оценка метода.
10	Физико-химические методы анализа. Классификация. Оптические методы анализа Теоретические основы оптических методов анализа. Природа излучательной энергии. Области электромагнитного спектра. Возникновение атомных спектров. Возникновение молекулярных спектров. Спектры поглощения и испускания. Классификация методов.
11	Методы атомной оптической спектроскопии. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Основы эмиссионной спектроскопии. Основные узлы и конструкция спектральных приборов. Качественный спектральный анализ.
12	Количественный анализ; факторы влияющие на интенсивность аналитических линий, уравнение Больцмана. Особенности фотометрии пламени. Практическое применение. Общая характеристика метода.
13	Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Основы метода. Аппаратурное оформление метода ААС.
14	Возникновение молекулярных спектров. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (УФ и видимая области спектра). Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера), причины отклонений от него. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Принципиальная схема приборов. Спектрофотометрия. Качественный и количественный анализ. Практическое применение.
15	Фотометрическое титрование. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Общая характеристика метода. Молекулярная люминесценция: флуориметрия, фосфориметрия, рамановская спектроскопия. Схема прибора для люминесцентного анализа. Качественный и количественный анализ. Практическое применение. Общая характеристика метода.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
3 семестр	
1	Приготовление стандартных растворов
2	Капельный анализ неорганических веществ
3	Систематический анализ смеси катионов I и II аналитических групп
4	Гравиметрическое определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах хлорида бария
5	Гравиметрическое определение железа (III) в виде оксида
6	Определение уксусной кислоты методом протолитометрии
7	Перманганатометрическое определение железа (II) в растворе
4 семестр	
8	Комплексонометрическое определение железа (III). Комплексонометрическое определение Ca^{2+}
9	Комплексонометрическое определение Al^{3+}
10	Иодометрическое определение меди (II) в растворе
11	Определение глюкозы в соке методом обратной иодиметрии
12	Фотоколориметрическое определение меди (II) в виде аммиаката (сравнение дифференциального метода и метода градуировочного графика)
13	Фотоколориметрическое определение железа (III)
14	Определение сульфатов турбидиметрическим методом

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
3 семестр	
1	Выполнение индивидуального расчетного задания
2	Подготовка к коллоквиумам
3	Оформление лабораторного журнала
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
4 семестр	
1	Оформление лабораторного журнала
2	Подготовка к коллоквиумам
3	Выполнение курсовой работы
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Коллоквиум №1	15
		Выполнение лабораторных работ №1-3	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Коллоквиум №2	10
		Выполнение индивидуального расчетного задания	5
		Выполнение лабораторных работ № 4-7	10
Итого	30		
Промежуточная аттестация	Зачет	40 (100*)	
4 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Коллоквиум №1	15
		Выполнение лабораторных работ №8-10	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Коллоквиум №2	15
		Выполнение лабораторных работ № 11-14	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Зачет	40 (100*)	
	Защита курсовой работы	100	

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости.

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

– для проведения лекционных занятий требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом, а также компьютером (или ноутбуком), видеопроектором, настенным экраном;

– для проведения лабораторных работ – лаборатория аналитической химии, оснащенная лабораторными столами, сушильным шкафом, электронными весами, круговым поляриметром, рН метром, кондуктометрами, рефрактометром, электрическими плитками, центрифугой, муфельной печью, фотоколориметром, термостатами, колориметрической установкой, аквадистиллятором, термометрами, химической посудой и реактивами.

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

7.1 Основная литература

1. Цитович, И.К. Курс аналитической химии : учебник / И.К.Цитович. 9-е изд.,стер. СПб.[и др.] : Лань, 2007. 496с. : ил. (Учебники для вузов.Спец.лит.) . ISBN 978-5-8114-0553-4 /в пер./ : 466.07.

2. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учебник / Харитонов Ю.Я. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. 688 с. ISBN ISBN 978-5-9704-2934-1.

3. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений : учебное пособие / Харитонов Ю.Я. ; Джабаров Д.Н. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. 240 с. ISBN ISBN 978-5-9704-3272-3.

4. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии:Анализ пищевых продуктов : учеб.пособие для вузов:в 4 кн.. Кн.1. Титриметрические методы анализа / Я.И.Коренман. 2-е изд.перераб.и доп. М. : КолосС, 2005. 335с. : ил. (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) . ISBN 5-9532-0271-7(кн.1) /в пер./ : 126.83.

5. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии:Анализ пищевых продуктов : учеб.пособие для вузов:в 4 кн.. Кн.2. Оптические методы анализа / Я.И.Коренман. 2-е изд.перераб.и доп. М. : КолосС, 2005. 288с. : ил. (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений) . ISBN 5-9532-0272-5(кн.2) /в пер./ : 149.60.

6. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 394 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00427-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510484>.

7.2 Дополнительная литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Учебник для вузов: В 2 кн.. Кн.1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В.П.Васильев. 3-е изд., стер. М. : Дрофа, 2003. 368с. : ил. (Высш.образование) . ISBN 5-7107-7607-1 (кн.1)/в пер./ : 65.50. ISBN 5-7107-7606-8.

2. Васильев, В. П. Аналитическая химия : Учебник для вузов: в 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. 3-е изд., стер. М. : Дрофа, 2003. 384 с. : ил. (Высш. образование) . ISBN 5-7107-7608-1(кн.2) /в пер./ : 67.00. ISBN 5-7107-7606-8.

3. Васильев, В.П. Аналитическая химия : Сб.вопросов,упражнений и задач:Учеб.пособие для вузов / В.П.Васильев,Л.А.Кочергина,Т.Д.Орлова;Под ред.В.П.Васильева. 2-е изд.,перераб.и доп. М. : Дрофа, 2003. 320с. : ил. ISBN 5-7107-6072-2 /в пер./ : 62.50.

4. Основы аналитической химии : учебник для вузов : в 2 кн.. Кн.1. Общие вопросы.Методы разделения / Т. А. Большова [и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. / 2-е изд.,перераб.и доп. М. : Высш.шк., 2002. 351с. : ил. ISBN 5-06-003558-1(кн.1) /в пер./ : 101.00. ISBN 5-06-003560-3.

5. Основы аналитической химии : Учебник для вузов: В 2 кн.. Кн.2. Методы химического анализа / Н. В. Алов [и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. 2-е изд.,перераб.и доп. М. : Высш.шк., 2002. 494с. : ил. ISBN 5-06-003559-Х(кн.2) /в пер./ : 124.00. ISBN 5-06-003560-3.

6. Отто, М. Современные методы аналитической химии : [учебник]:в 2 т.. Т.I / М.Отто;пер.с нем.А.В.Гармаша. М. : Техносфера, 2003. 416с. : ил. (Мир химии) . ISBN 5-94836-014-8 /в пер./ : 247.50. ISBN 5-527-29840-1 (нем.).

7. Отто, М. Современные методы аналитической химии : [учебник]:в 2 т.. Т.II / М.Отто;пер.с нем.А.В.Гармаша. М. : Техносфера, 2004. 288с. : ил. (Мир химии) . ISBN 5-94836-017-2 (Т.2) /в пер./ : 247.50. ISBN 5-94836-014-8 (рус.). ISBN 3-527-29840-1(нем.).

8. Дорохова, Е. Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. М. : Мир, 2001. 267 с. : ил. ISBN 5-03-003358-0 /в пер./ : 146.00.

9. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09460-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511323>.

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

1. <https://elibrary.ru/> Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики.
2. <https://cyberleninka.ru/>. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
3. <https://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> - сайт Химического факультета МГУ

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;
3. Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
5. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс».