

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДЕНО:
Директор Института «Умные
материалы и технологии»
И.А. Курзина

Рабочая программа дисциплины

Аналитическая химия

по направлению подготовки

27.03.05 Инноватика

Направленность (профиль) подготовки:
**Tomsk International Science Program, с профессиональным модулем Молекулярная
инженерия / Molecular Engineering**

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
И.А. Курзина

Председатель УМК
Г.А. Воронова

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен формулировать и анализировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний естественных, математических и технических наук, с учетом требований законодательства.

ОПК-2. Способен подготовить и представить результаты выполненной работы и исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.2. Умеет анализировать исходные данные в профессиональных задачах на основе знаний естественных, математических и технических наук, нормативов, регулирующих научную и производственную деятельность.

РООПК-2.1. Знает методы обработки, анализа и обобщения научно-технической информации и результатов работы, исследования. Основные требования к представлению результатов выполненной работы, исследования в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов.

РООПК-2.2. Умеет готовить презентации, доклады, статьи и оформлять научно-технические отчеты в соответствии с установленными правилами и нормативами; представлять результаты научной деятельности на научно-технических мероприятиях.

2. Задачи освоения дисциплины

– Научиться понимать связь химических свойств элементов с их положением в периодической системе, суть основных законов термодинамики для описания химических равновесий, классификацию химических реакций, основанную на их природе.

– Узнать теоретические основы базовых химических дисциплин.

– Уметь систематизировать и анализировать результаты аналитических химических экспериментов, наблюдений, измерений.

– Уметь решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам.

– Владеть способностями интерпретации результатов собственных экспериментов и их обработки с использованием метода математической статистики.

– Владеть техникой проведения химического эксперимента с соблюдением норм безопасности и правил оформления его результатов.

– Научиться проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам с использованием серийного учебного оборудования.

– Научиться формулировать выводы по результатам анализа экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Бинеорганическая химия», «Математика», «Физика» и «Физическая химия».

6. Язык реализации

Английский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 20 ч.;
- семинарские занятия: 6 ч.
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 30 ч.

в том числе практическая подготовка: 36 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Модуль 1. Введение. Основные закономерности протекания химических реакций. Кислотно-основные реакции.

Тема 1. *Введение. Общее представление о химическом анализе.* Значение химического анализа в науке, технике, охране окружающей среды. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Основные стадии анализа: пробоотбор, пробоподготовка, измерение, обработка результатов. Методы и методики анализа. Аналитическая служба. Аналитическая химия как наука, ее цели и задачи, связь с другими науками, основные этапы ее развития. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. Актуальные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Основные тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, создание сенсоров и разработка тест-методов. Научная химико-аналитическая литература.

Тема 2. *Пробоотбор и пробоподготовка.* Отбор пробы для анализа. Представительность пробы. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Генеральная (первичная), лабораторная и анализируемая пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ, первичная обработка и хранение проб. Способы пробоподготовки: измельчение, растворение, термообработка, обработка реагентами. Особенности разложения органических веществ. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Тема 3. *Основные закономерности протекания химических реакций.* Основные типы реакций, применяемых в химических методах анализа: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Процессы образования и растворения осадков. Факторы, влияющие на равновесие (концентрации реагентов, температура, природа растворителя, рН, конкурирующие реакции). Формы существования веществ в растворе. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Влияние посторонних электролитов на равновесия реакций и учет этого влияния при проведении анализа (солевой эффект). Общая и равновесная концентрации. Мольная доля иона. Константы равновесия реакций и процессов: термодинамические, концентрационные, условные. Описание сложных равновесий. Графическое описание равновесий (распределительные и концентрационно-логарифмические диаграммы). Принципы расчета химических равновесий.

Тема 4. *Кисотно-основные реакции*. Применение кислотно-основных реакций в анализе. Основные теории кислот и оснований: Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса, Усановича. Преимущества протолитической теории Бренстеда-Лоури. Сопряженные кислотно-основные пары. Влияние растворителя на силу кислот и оснований. Константы кислотности и основности. Автопротолиз. Лиат и лионий. Обобщенные представления о кислых, щелочных и нейтральных средах, шкала рН в разных растворителях. Классификация растворителей по их способности к автопротолизу и роли в протолитическом процессе. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Важнейшие неводные растворители. Состояние вещества в растворах с различной кислотностью. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Расчет доли заданной формы вещества при данном рН. Буферные растворы в анализе. Механизм буферного действия, буферная емкость. Выбор буферной системы. Расчет изменения рН при введении кислот и щелочей. Индивидуальные вещества с буферными свойствами. Амфолиты. Состояние растворенного вещества в растворах с разной кислотностью. Расчет рН водных и неводных растворов разного типа.

Тема 5. *Методы обнаружения и идентификации*. Химические методы обнаружения веществ. Реакции обнаружения и разделения. Чувствительность и селективность аналитических реакции. Характеристики чувствительности и способы повышения селективности качественной реакции. Классификации катионов и анионов в химическом анализе. Систематический и дробный методы анализа. Типы реакций, используемые в них. Действие групповых реагентов и частные реакции на катионы I, II и III аналитических групп. Способы перевода в раствор хлоридов ионов II и сульфатов ионов III аналитических групп. Схема анализа смеси катионов I, II и III аналитических групп.

Модуль 2. Реакции комплексообразования и окислительно-восстановительные реакции.

Тема 6. *Реакции комплексообразования*. Применение реакций комплексообразования в анализе. Классификация комплексных соединений. Координационное число, дентатность, хелаты, внутрикомплексные соединения. Ступенчатый характер комплексообразования. Количественные характеристики равновесия комплексообразования: общие и ступенчатые константы устойчивости и нестойкости; закомплексованность; степень образования, среднее координационное число. Факторы, влияющие на равновесие комплексообразования, управление этим процессом. Влияние концентрации свободного лиганда на равновесие. Определение минимальной концентрации лиганда, необходимой для достижения заданной закомплексованности. Диаграммы распределения комплексов разного состава. Влияние комплексообразования на процессы осаждения и растворения, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительные свойства веществ в ходе анализа. Способы повышения чувствительности и селективности методик анализа с применением комплексообразования.

Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Маскирование. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

Тема 7. *Окислительно-восстановительные реакции*. Применение редокс-реакций в анализе. Редокс-пара, редокс-переход и константа его равновесия. Обратимые и необратимые редокс-переходы. Стандартные и формальные редокс-потенциалы. Способы измерения и расчета равновесных редокс-потенциалов. Расчет констант равновесия через окислительно-восстановительные потенциалы. Направление редокс-процесса в растворе, предсказание этого направления с помощью потенциалов. Скорость и механизм редокс-

процессов. Важнейшие окислители и восстановители, используемые в анализе; способы направленного изменения их силы. Факторы, влияющие на положение равновесия при проведении редокс-реакций в растворах, учет этих факторов при проведении анализа.

Методы обнаружения и идентификации. Действие групповых реагентов и частные реакции на катионы IV, V, VI аналитических групп. Разделение смеси катионов на группы действием групповых реагентов. Ход анализа смеси катионов IV–VI аналитических групп. Ионный обмен. Разделение катионов IV, V групп с помощью ионообменников. Сущность экстракции. Её применение для обнаружения и разделения ионов.

Модуль 3. Процессы осаждения и соосаждения. Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования.

Тема 8. *Процессы осаждения и соосаждения.* Использование процессов осаждения-растворения в химическом анализе. Равновесие в системе «раствор-осадок». Константы растворимости (термодинамические, концентрационные, условные) и растворимость малорастворимых соединений, взаимосвязь этих величин. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила раствора, присутствие одноименного иона, рН, природа растворителя; протекание реакций комплексообразования, окисления-восстановления и др. Возможность разделения аналитов при варьировании концентрации осадителя. Дробное осаждение.

Необходимость разделения и концентрирования микропримесей, классификация методов по типу используемых фазовых равновесий. Количественные характеристики: коэффициент распределения, степень извлечения, степень разделения. Многоступенчатые процессы. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения (гибридные методы). Разделение ионов при дробном осаждении. Соосаждение. Коллекторы – органические и неорганические. Основные приемы соосаждения.

Тема 9. *Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования.* Сорбция как способ концентрирования. Механизм сорбции. Сорбенты, используемые при концентрировании микропримесей. Активные угли. Ионообменные и хелатообразующие сорбенты. Понятие об ионообменной хроматографии. Кремнеземы.

Экстракция как метод разделения и концентрирования. Классификация экстракционных процессов. Основные законы и количественные характеристики. Закон Бертелло – Нернста. Факторы, влияющие на степень извлечения при однократной экстракции. Степень извлечения при многократной экстракции. Выбор рН экстракции. Важнейшие экстрагенты и требования к ним. Экстракционные реагенты при извлечении металлов. Экстракция хелатов: влияние концентрации реагента, величины рН. Практическое использование экстракции. Другие методы разделения и концентрирования: капиллярный электрофорез; методы испарения; управляемая кристаллизация.

Методы обнаружения и идентификации. Классификация анионов в качественном анализе. Действие групповых реагентов и частные реакции анионов I, II, III аналитических групп. Схема анализа смеси анионов. Схема анализа сухих солей и их смесей. Пробоподготовка и перевод в растворенное состояние.

Модуль 4. Введение в количественный анализ. Гравиметрический метод.

Тема 10. *Задачи и методы количественного анализа.* Аналитический сигнал. Экстенсивные и интенсивные свойства веществ. Измерение массы. Весы: аналитические, полумикро-, микровесы, лабораторные технические весы. Методы взвешивания, источники погрешностей при взвешивании. Техника взвешивания. Измерение объёмов. Виды мерной посуды: пипетки, бюретки, мерные колбы. Её назначение. Источники погрешностей при измерении объёмов.

Тема 11. *Гравиметрический метод анализа.* Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к ним. Гравиметрический фактор. Механизм процесса осаждения.

Образование и свойства коллоидных частиц. Коагуляция коллоидных растворов. Пептизация. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от скорости образования первичных кристаллов, их роста. Процессы, приводящие к загрязнению осадков. Соосаждение: адсорбция и окклюзия, изоморфизм, последующее осаждение. Условия получения чистых осадков и гравиметрических форм. Техника осаждения. Относительное пересыщение. Условия получения крупнокристаллических и аморфных осадков. Осаждение из гомогенного раствора. Старение осадков. Повторное осаждение. Промывание осадков. Выбор промывной жидкости. Превращение в гравиметрическую форму. Важнейшие неорганические и органические осадители. Выбор осадителя. Количество и концентрация осадителя.

Примеры практического применения гравиметрического метода анализа. Анализ силикатов, доломитов, известняков, сплавов. Определение кремния, железа, кальция, магния, алюминия, никеля, серы, фосфора, хлора. Общее представление об элементном анализе органических веществ с гравиметрическим окончанием. Термогравиметрический анализ.

Модуль 5. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование (протолитометрия).

Тема 12. *Принцип титриметрического метода.* Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Точка эквивалентности. Способы определения точки эквивалентности. Конечная точка титрования (к.т.т.). Классификация титриметрических методов анализа. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное, косвенное, инверсивное. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним. Вторичные стандарты. Методы установления концентрации титрованных растворов: пипетирования и отдельных навесок.

Способы выражения концентраций растворов в титриметрическом анализе: молярная концентрация (вещества, эквивалентов вещества), титр (раствора, раствора по определяемому веществу, эмпирический). Эквивалент. Фактор эквивалентности. Молярная масса эквивалента. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Эквивалентная часть кривой титрования.

Погрешности титриметрии: случайные, систематические, неисключенные систематические. Порядок расчета погрешности результата титриметрического анализа.

Тема 13. *Кислотно-основное титрование.* Принцип метода. Алкалиметрия, ацидиметрия. Приготовление и стандартизация рабочих растворов. Кривые титрования. Построение кривых титрования сильного протолита сильным протолитом, слабого протолита сильным протолитом, многопротонных протолитов, смеси сильного и слабого протолитов. Влияние величин констант кислотности или основности, концентрации кислот и оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы, их действие. Показатель индикатора и интервал перехода окраски, показатель титрования. Причины изменения цветности индикаторов. Таутомерия органических молекул. Хромофоры, ауксохромы, таутомеры. Смешанные индикаторы. Индикаторные погрешности. Вычисление индикаторных погрешностей при титровании сильных и слабых протолитов. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Полнота протекания кислотно-основных реакций в амфипротонных растворителях.

Примеры практического применения. Определение кислот (фосфорная, борная, угольная и др.) и оснований (гидроксиды натрия, аммония; карбонаты, гидрокарбонаты, тетрабораты натрия). Анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Определение солей аммония (обратное, косвенное титрование), азота (метод Кьельдаля), нитратов и нитритов, гидрокарбонатной и постоянной жесткости воды.

Модуль 6. Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия).

Тема 14. *Окислительно-восстановительное титрование (редоксиметрия)*. Сущность и классификация методов редоксиметрии. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: рН раствора, ионная сила, образование комплексных и малорастворимых соединений. Способы определения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы и их выбор. Индикаторные погрешности. *Перманганатометрия*. Определение железа (II), марганца (II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов. *Иодометрия и иодиметрия*. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Сущность заместительного титрования при определении окислителей. Определение меди (II), железа (III), арсенитов, арсенатов, пероксидов. Определение кислот, воды. *Дихроматометрия*. Определение железа (II), урана (IV). *Броматометрия*. Определение сурьмы (III), олова (II), органических соединений (фенол, оксихинолин), магния (II). Ванадатометрия, цериметрия, титанометрия, хромометрия. Рабочие растворы и первичные стандарты методов. Индикаторы. Определяемые вещества. Скорость и направление окислительно-восстановительных реакций. Каталитическое ускорение реакций, автокатализ. Индуцированные и сопряжённые реакции. Понятие об индукторе, акторе, акцепторе.

Модуль 7. Комплексометрическое и осадительное титрование (комплексометрия и седиметрия). Кинетические методы анализа.

Тема 15. *Комплексометрия*. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Способы определения конечной точки титрования. Металлохромные индикаторы. Методы титрования в комплексонометрии: прямое, обратное, заместительное и косвенное. Построение кривых титрования. Применение комплексонометрии. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка. Определение анионов. Меркуриметрия. Определение хлорид-ионов.

Осадительное титрование. Способы установления конечной точки титрования: метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса (титрование с адсорбционными индикаторами). Построение кривых титрования. Примеры практического применения. Аргентометрия и меркурометрия. Определение галогенид-ионов.

Тема 16. *Кинетические и биохимические методы анализа*. Скорость химической реакции как аналитический сигнал. Каталитические и некаталитические кинетические методы анализа, их чувствительность и селективность. Определение концентрации реагентов с использованием кинетических данных. Преимущества и ограничения кинетических методов анализа по сравнению с равновесными. Ферменты как биологические катализаторы. Общее представление о ферментативных методах анализа. Примеры определения ферментов, субстратов, активаторов и ингибиторов ферментов по скорости реакций с их участием. Практическое применение ферментативных методов в клиническом анализе и в анализе объектов окружающей среды.

Общее представление о биохимических методах анализа. Использование ферментов, ДНК, РНК, антител, живых клеток и микроорганизмов в анализе (в частности, в виде тест-методов). Иммуноанализ и иммуноферментный анализ. Биосенсоры. Принципы функционирования и области применения биосенсоров. Классификация биосенсоров по природе биологического компонента и типу преобразователя сигнала (потенциометрические, амперометрические, оптические и другие сенсоры). Примеры применения биосенсоров. Общее представление о биологических методах анализа.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения индивидуальных домашних заданий, сдачи модулей, включающих теоретические вопросы и расчётные задания по темам, рубежного тестирования, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Текущий контроль осуществляется с применением модульной балльно-рейтинговой системы.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Текущий контроль влияет на промежуточную аттестацию. Студенты, набравшие от общего числа баллов за текущий контроль (1360 баллов) не менее 90% (1224 балла) и не менее 80% баллов за тестирование, получают оценку «отлично» без экзамена.

Студенты, набравшие в условиях модульной балльно-рейтинговой системы менее 90% (<1224 балла), получают зачёт и сдают экзамен. Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет включает теоретические вопросы (2-4) и две задачи. Время для подготовки: 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Кристиан Г. Аналитическая химия Т. 1,2 / Кристиан Г; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой; – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

– Миомандр Ф., Садки С. и др. Электрохимия. – М. : Техносфера, 2008. – 360 с.

– Шелковников В. В., Баталова В. Н., Зарубин А.Г. Электрохимические методы анализа. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2011.

– Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. - Изд. 6-е, перераб. и доп.. - Москва : Альянс, 2013. - 446, [1] с.: табл. - (Справочник)

б) дополнительная литература:

– Аналитическая химия : [учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химия" и специальности "Химия"] : в 3 т.. Т. 3 / под ред. Л. Н. Москвина. - Москва : Академия, 2010. - 364, [1] с.: рис., табл. - (Высшее профессиональное образование)

– Вершинин В. И., Власова И. В., Никифорова И. А. Аналитическая химия. – М.: Издательский центр «Академия», 2011.

– Васильев В. П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрический методы анализа / Васильев В. П. - 6-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2007. – 268 с.

– Васильев В. П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 2: Физико-химические методы анализа / Васильев В.П. – 6-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2007. – 384 с.

- Марьянов Б. М. Расчеты ионных равновесий: Пособие по аналитической химии. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006.
- Москвин Л.Н., Родинков О. В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 352 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Anchem.ru chemport.ru eLIBRARY.ru sciencedirect.com springerlink.com; <http://www.wssanalytchem.org> – портал «Аналитическая химия в России»
- Программа «Origin Pro 8» для статистической обработки результатов аналитического определения, рекомендации к использованию программы на сайте: <http://www.OriginLab.com>
- Структуры органических соединений: программа ChemSketch
- Электронный учебно-методический комплекс:
 - 1) Петрова Е. В., Гудымович Е. Н., Киселева М. А., Наумова Л. Б., Скворцова Л. Н., Шелковников В. В. «Расчеты ионных равновесий. Методы идентификации и разделения в аналитической химии». Томск, 2011. <https://moodle.tsu.ru/mod/url/view.php?id=533190>
 - 2) Скворцова Л. Н., Петрова Е. В., Баталова В. Н., Гудымович Е. Н., Киселева М. А., Наумова Л.Б., Шелковников В.В. «Методы количественного химического анализа». Томск, 2011. <https://moodle.tsu.ru/mod/url/view.php?id=271982>
 - 3) Шелковников В. В., Петрова Е. В., Баталова В. Н., Киселева М. А., Отмахов В. И., Скворцова Л. Н., Зарубин А. Г. «Физико-химические методы анализа». Томск, 2011. <http://edu.tsu.ru/eor/resourse/557/tpl/index.html>
 - 4) Шелковников В. В. «Электрохимические методы анализа». Томск, 2007. http://ido.tsu.ru/iop_res1/electrohimmehod/

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оборудованные лабораторной мебелью, посудой, приборами и химическими реактивами, необходимыми для выполнения запланированных в рабочей программе лабораторных работ.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Михальченков Марк Васильевич, ассистент Химический факультет ТГУ.