

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

– ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.

– ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.

ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить основные этапы анализа как системы практической деятельности, особенности реальных объектов, задачи их анализа.

– Научиться осуществлять выбор способа отбора проб, оптимальной методики анализа реальных объектов с учетом решаемых задач.

– Владеть навыками методологической деятельности, которая складывается из постановки задачи, выбора метода аналитического контроля, отбора и подготовки пробы к анализу, составления схемы анализа, позволяющей получить результаты с требуемой точностью.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Семестр 8, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия, высокомолекулярные соединения, математический анализ, физика, методы математической статистики в химии, электрохимические методы, хроматографические методы, спектроскопические методы.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

- лекции: 16 ч.;
- практические занятия: 32 ч.;
- лабораторные работы: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 40 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Аналитический цикл и его основные этапы.

Химико-аналитический контроль реальных объектов, его роль в различных отраслях народного хозяйства. Аналитическое обеспечение системы экологического мониторинга. Предельно допустимые концентрации. Аналитический цикл и его основные этапы. Представительная проба, способы получения. Факторы, обуславливающие размер пробы. Отбор пробы твердых, газообразных, жидких веществ. Транспортировка, хранение, консервирование. Разложение проб. «Сухое» и «мокрое» разложение. Сплавление и спекание, последующее растворение как способ перевода пробы в растворимое состояние. Концентрирование и разделение. Количественные характеристики, современная классификация, обзор основных методов. Связь пробоподготовки с последующим методом определения. Основные критерии, определяющие выбор метода определения (точность, чувствительность, избирательность и др.)

Тема 2. Анализ геологических объектов.

Нерудные полезные ископаемые: силикатные, не силикатные минералы и свободные элементы. Определение характера породы, основных компонентов (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , MnO), различных форм воды. Силикатный анализ. Рудные полезные ископаемые: железные, марганцевые, полиметаллические руды. Основные задачи анализа рудных полезных ископаемых. Способы разложения в зависимости от содержания основного элемента и кремния (разложение кислотами, сплавление, спекание). Схемы анализа при определении основных компонентов. Способы отделения основных элементов при определении микрокомпонентов в рудах.

Тема 3. Анализ металлов и сплавов.

Классификация металлов и сплавов. Основные задачи анализа металлов и сплавов. Черные металлы и сплавы. Определение в них постоянных примесей (сера, углерод, кислород, азот, водород, фосфор, кремний) и легирующих добавок (хром, марганец, никель, вольфрам, молибден и т.д.). Цветные металлы и сплавы. Особенности анализа сплавов на основе меди (бронзы, латуни, медно-никелевые сплавы). Определение примесей, влияющих на электропроводность и примесей, ухудшающих прокатные свойства меди и медных сплавов. Определение цинка в латунях и легирующих элементов (олово, бериллий, алюминий и пр.) в бронзах. Особенности анализа алюминиевых, магниевых, антифрикционных и жаропрочных (ниобий, тантал, цирконий, титан) сплавов. Автоматизированный аналитический контроль в цветной и черной металлургии.

Тема 4. Анализ вод.

Классификация вод. Основные аналитические проблемы. Пробоотбор, консервация и хранение проб. Важнейшие свойства вод, определяемые наличием растворенных веществ: плотность, электропроводность, температура замерзания и наибольшей плотности. Определение обобщенных физических и химических показателей, определяющих качество воды (прозрачность, мутность, цветность, водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал, щелочность, растворенный кислород, окисляемость, ХПК и БПК. Биотестирование как способ оценки качества вод. Определение индивидуальных неорганических компонентов вод: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочноземельных металлов. Определение жесткости воды. Определение свободного хлора. Формы существования тяжелых металлов и радионуклидов в водах. Способы их концентрирования и определения. Природные органические вещества вод. Общая оценка их содержания: определение органического углерода, азота, фосфора. Основные классы загрязняющих органических веществ (ПАВ, фенолы и нефтепродукты, ПАУ, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические соединения. Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения.

Тема 5. Анализ воздуха.

Специфические особенности атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны, промышленных и транспортных выбросов. Стандарты качества атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны предприятий. Влияние источников загрязнений, метеорологических, топографических факторов и фотохимических реакций на колебания состава и степени загрязненности воздуха во времени и пространстве. Способы и методы отбора проб воздуха. Аспирационный способ отбора проб воздуха. Аспирационные устройства и типы поглотительных приборов. Поглотительные растворы, твердые сорбенты, хемосорбенты и аэрозольные фильтры, используемые в поглотительных приборах. Выбор оптимальных параметров отбора проб воздуха (скорость и продолжительность аспирации, тип поглотительного прибора и поглотителя) в зависимости от природы и содержания определяемого вещества, режима отбора проб, чувствительности последующего метода аналитического контроля. Химический состав воздуха. Определение неорганических компонентов воздуха природного и техногенного происхождения и органических соединений. Аэрозоли: образование в атмосфере, роль в переносе нелетучих загрязняющих веществ, особенности пробоотбора и анализа. Автоматизация анализа воздуха.

Тема 6. Анализ почв и донных отложений.

Химический состав почв и основные аспекты его изучения. Макрокомпоненты, формы их существования и вариабельность содержания, типы почв. Гумусовые вещества (строение и реакционная способность, функции в окружающей среде), микроэлементы и загрязняющие вещества почв. Влияние различных факторов (почвообразующие и подстилающие породы, особенности их залегания, природно-климатические условия) на степень кумуляции загрязняющих веществ и характер их вертикального распределения. Отбор представительной пробы почв и почвообразующих материалов (илов, сапропелей), их хранение. Влажность и зольность почв, их определение. Задачи и методы установления среднего содержания валовых, подвижных и обменных форм. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легкорастворимых солей, биологической активности. Определение неорганических компонентов. Элементный и молекулярный анализ. Анализ водной вытяжки на содержание нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочноземельных металлов. Определение тяжелых металлов: валового содержания и подвижных форм. Определение органических компонентов. Элементный анализ:

определение органического углерода и органического азота. Определение токсичных веществ. Методы извлечения и концентрирования загрязняющих органических веществ.

Тема 7. Анализ веществ высокой чистоты.

Техника выполнения анализа. Требования к качеству результатов анализа (чувствительность, правильность, воспроизводимость). Пути повышения чувствительности анализа. Определение микропримесей. Стандартные образцы сравнения. «Контрольный опыт», пути снижения поправки контрольного опыта. Определение микропримесей металлов, углерода, азота, кислорода, водорода, кремния. Способы очистки поверхности образца. Оценка распределения примесей на поверхности, в глубине и объеме объекта. Анализ твердой поверхности. Микронзондовые методы анализа.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольной работы, тестов по одному из разделов лекционного материала, выполнения домашних заданий (защита индивидуальных заданий в форме круглого стола) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит 3 задания. Два теоретических вопроса и одна задача. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Одно задание теоретического характера носит проблемный характер и предполагает ответ в развернутой форме, проверяющий ИОПК-1.1 и ИОПК-1.2.

Второе задание направлено на оценку сформированности ИПК-1.2. и предполагает знание методов количественного анализа и умение обоснованного выбора необходимого варианта для решения поставленной практической задачи.

Третье задание – расчётная задача. Выполнение данного задания предполагает проверку компетенции ИОПК-1.3. Приводится решение задачи и краткая интерпретация полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Химико-аналитический контроль реальных объектов и его роль в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, геологии, охране окружающей среды.

2. Методы интенсификации пробоподготовки. Использование высокоагрессивных сред, повышенных температур и давления, катализаторов, наложения внешних физических полей.

3. Представительная проба, способы её получения. Факторы, определяющие размер пробы. Для анализа воды в р. Томь необходимо провести отбор проб. Укажите особенности отбора жидких проб и источники погрешностей на этой стадии.

4. Для определения постоянной примеси в железном сплаве (Р) необходимо перевести его в раствор. Какой из способов (кислотное, термическое разложение, сплавление, спекание) более предпочтителен? Какие источники погрешностей могут при этом возникнуть?

5. Водная вытяжка из почв, как ее приготовить? Приведите схему анализа водной вытяжки на содержание Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ . Охарактеризуйте сущность методов их определения.

Примеры задач:

1. Две навески стекла массой по 0,1000 г растворили в смеси H_2SO_4 и HF . Полученные растворы выпарили досуха, остатки растворили в HCl (разб.), перенесли в мерные колбы емкостью 250,0 мл и разбавили до метки этим же раствором HCl , предварительно добавив в одну из колб стандартный раствор NaCl с содержанием 1,25 мг

Na. Рассчитайте массовую долю (%) Na в стекле, если при пламенно-эмиссионном определении Na сигнал от пробы 35,0 условных единиц, а от пробы с добавкой – 56,5.

2. При определении Cu^{2+} минерализовали 50,0 г мяса птицы. Отобрали 1/5 часть полученного минерализата, после растворения в воде перенесли в мерную колбу вместимостью 200,0 см^3 . Для анализа 10,0 см^3 полученного раствора поместили в мерную колбу вместимостью 100,0 см^3 . После разбавления водой до метки и фотометрирования атомное поглощение раствора составило 15,0 единиц шкалы атомного абсорбционного спектрометра. Поглощение стандартного раствора соли Cu^{2+} с концентрацией 1,0 $\text{мкг}/\text{см}^3$ составило 20,0 единиц шкалы прибора. Вычислить содержание Cu^{2+} в мясе птицы.

3. Кальций в воздухе рабочей зоны свеклосахарного производства определили методом эмиссионной фотометрии пламени. Для этого воздух ($V = 100 \text{ дм}^3$) пропустили через кислотную ловушку, получили 500 см^3 раствора хлорида кальция. При фотометрировании стандартного раствора с концентрацией Ca^{2+} равной 5,0 $\text{мг}/\text{см}^3$, сила фототока равна 32 мА. Сила фототока анализируемой пробы $I = 70 \text{ мА}$. Рассчитать содержание кальция (в пересчете на CaO) в воздухе рабочей зоны.

4. В 1 см^3 стандартного раствора содержится 2,0 мкг Mg^{2+} . При внесении аэрозоля этого раствора в пламя атомно-абсорбционного спектрофотометра поглощение составило 81,0 деление шкалы. При определении Mg^{2+} в сахаре-сырце навеску продукта ($m = 0,5008 \text{ г}$) поместили в мерную колбу вместимостью 200,0 см^3 . Для анализа взяли 5,00 см^3 раствора, перенесли в мерную колбу вместимостью 50,0 см^3 , разбавили водой до метки. При 285,2 нм атомное поглощение полученного раствора составило 62,0 единицы шкалы атомно-абсорбционного спектрофотометра. Вычислить массовую долю Mg^{2+} в сахаре сырце.

5. Вытяжку из мясного фарша, содержащего нитрит натрия, пропустили через колонку, заполненную сильноосновным анионитом АВ-17 в OH^- - форме. Колонку промыли водой до нейтральной среды по фенолфталеину. Элюат и промывные воды собрали в коническую колбу. На титрование полученного раствора затратили 5,12 мл раствора 0,01 М HCl . Составьте уравнения реакций и найдите массу нитрита (NO_2^-) в вытяжке (элюате).

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка за выполнение заданий имеет удельный вес в зависимости от его сложности и трудоёмкости и выражается в баллах. Максимальное количество баллов за 3 задания – 50.

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (защита трех теоретических индивидуальных заданий, тестирование, выполнение лабораторной работы по анализу реального объекта). Студенты выполняют индивидуальные задания по трем темам: анализ цветных металлов и сплавов, природных вод и почв. Цель выполнения теоретического индивидуального задания – освоение студентами основных этапов методологической деятельности при анализе сложных реальных объектов, которая включает: постановку задачи; просмотр литературных данных; выбор методов аналитического контроля, отбора и подготовки пробы к анализу; теоретическую оценку наиболее подходящего метода; составление на основании литературных данных схемы анализа конкретных объектов, позволяющей получить результаты анализа с требуемой точностью. Защищают индивидуальное задание в студенческой группе в форме конференции с презентацией доклада.

Примерные темы индивидуальных заданий

Объект	Темы индивидуальных заданий
Цветные металлы и сплавы	Алюминий нахождение в природе, сырье и основные способы его получения. Алюминиевые сплавы, их маркировка, легирующие элементы, их аналитический контроль.
	Медно-никелевые сплавы: конструкционные и электротехнические. Их

	состав, применение. Аналитический контроль легирующих элементов.
Природные воды	Определение обобщенных химических показателей: кислотности, щелочности, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода (ХПК и БПК).
	Определение газообразных веществ: свободного хлора, растворенного кислорода, агрессивной углекислоты, кислородных и бескислородных серосодержащих газов: SO ₂ и H ₂ S.
Почвы	Задача вещественного анализа почв. Извлечение подвижных форм различными растворителями (вода, растворы солей, кислоты, комплексанты). Получение водной вытяжки почв (цель и методика), схема анализа.
	Валовой анализ минеральной части почв. Разложение почв. Схема валового анализа минеральных компонентов (кремний, полуторные оксиды, алюминий, железо, кальций и магний, титан, марганец, фосфор).

По теме «Анализ атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны предприятий» в программе предусмотрено тестирование.

Для допуска к зачету с оценкой необходимо получить не менее 60% по шкалам оценивания индивидуальных заданий, лабораторных работ и тестового задания (ЭУК).

Ниже приводится шкала перевода суммы баллов за промежуточный контроль в оценки:

Количество баллов	Оценка	Уровень сформированности компетенций
46–50 баллов	отлично	Компетенции сформированы полностью
36–45 баллов	хорошо	Компетенции сформированы частично
26 – 35 баллов	удовлетворит.	Компетенции сформированы фрагментарно
Менее 26 баллов	неудовлетворительно	Компетенции не сформированы, рекомендуется повторное освоение дисциплины

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23448>

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:

– Карпов Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин. – М. : БИНОМ Лаборатория знаний, 2012. – 243 с.

– Москвин Л. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии / Л. Москвин, О. Родинков. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 348 с.

– Большова Т. А. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 1. / Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.; под ред. Ю. А. Золотова. М. : Академия, 2012. – 383 с.

– Мосичев В. И. Металлы и сплавы. Анализ и исследование. Аналитический контроль состава материалов черной и цветной металлургии / В. И. Мосичев, И. П. Калинин, Б. К. Барахтин. – СПб : «Профессионал», 2007. – 1092 с.

- Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. М. : Лаборатория знаний, 2020. – 472 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/135483>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/135483.jpg>
- Другов Ю. С. Анализ загрязненной воды: Практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 2-е изд. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015. – 681 с.
- Петрова Ю. С. Анализ объектов окружающей среды : учеб.-метод. пособие / Ю. С. Петрова, Л. К. Неудачина, Е. Л. Лебедева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 244 с. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68359/1/978-5-7996-2549-8_2019.pdf
- Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны / Муравьева С. И и др. М., Химия. 1991. – 368 с.

б) дополнительная литература:

- Анализ почвы: справочник: минералогические, органические и неорганические методы анализа / Марк Пансю, Жак Готеру; пер. с англ. 2-го изд. под ред. Д. А. Панкратова. – СПб : Профессия, 2014. – 799 с.
- Другов Ю. С. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М. : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015. – 531 с.
- Другов, Ю. С. Мониторинг органических загрязнений природной среды: 500 методик. : / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 896 с.
- Другов Ю. С., Родин А. А. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 294 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы
- <http://92.63.64.166:8090/docs/> Зарубежные и международные стандарты
- Пищевая химия. Наличие металлов в продуктах: Учебное пособие / Ким И. Н. - отв. ред. Ким, Игорь Николаевич. М. : Юрайт, 2017.
<http://www.biblio-online.ru/book/37C0428C-0C47-4218-BCC9-02B9F08CCC2F>
- Петрова Ю. С. Анализ объектов окружающей среды : учеб.-метод. пособие / Ю. С. Петрова, Л. К. Неудачина, Е. Л. Лебедева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 244 с. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68359/1/978-5-7996-2549-8_2019.pdf
- Другов Ю. С. Экспресс-анализ экологических проб / Ю. С. Другов, А. Г. Муравьев, А. А. Родин. М. : БИНОМ. Лаборатория Знаний. 2010. – 424 с. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб. 2010. – URL: <http://e.lanbook.com/>
- Другов Ю. С. Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М. : БИНОМ. Лаборатория Знаний, 2009. – 855 с. Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб. 2010. – URL: <http://e.lanbook.com/>
- Pollutants in Buildings, Water and Living Organisms electronic resource /edited by Eric Lichtfouse, Jan Schwarzbauer, Didier Robert. Springer International Publishing: Imprint: Springer, 2015. – 348 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19276-5>

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 оснащены вытяжными шкафами и необходимым оборудованием для анализа реальных объектов различными инструментальными методами:

1. Дуговые кварцевые и дифракционные атомно-эмиссионные спектрометры с МАЭС.
2. Спектрофотометры «Evolution 600» USA, «Specol»; СФ-56.
3. Атомно-абсорбционный спектрометр SOLAAR серии S (Thermoelectron Corporation, США);
4. рН-метр-милливольтметр рН-121, РР-15;
5. Сушильный шкаф, термостат, встряхиватель.
6. Аналитические весы.

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

Петрова Елена Васильевна, канд. хим. наук, доцент, кафедры аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.