

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

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета  
И.С. Князев А.С. Князев

«26» августа 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Избранные главы аналитической химии**

специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.1.ДВ.01.01.06

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников В.В. Шелковников

Председатель УМК

В.В. Хасанов В.В. Хасанов

Томск – 2022

## **Модуль I. Современные способы пробоподготовки**

### **1. Цель и планируемые результаты освоения модуля**

Целью освоения модуля 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-2. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;
- ПК-6. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

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-2.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.

ИПК-2.2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.

ИПК-6.1. Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.

ИПК-6.2. Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме.

### **2. Задачи освоения модуля**

– Научиться применять полученные при изучении данного курса знания в практической работе, направленной на решение конкретной задачи по выбору оптимального метода пробоподготовки реальных объектов исследования.

– Знать особенности выбора способа подготовки пробы для согласования с последующим методом анализа и научиться выбирать необходимую совокупность методов пробоподготовки, а также методик проведения аналитических измерений на предложенных объектах анализа.

– Владеть нормами техники безопасности и общей химической безопасности и уметь реализовать их в лабораторных условиях.

- Знать правила эксплуатации посуды, оборудования, используемого для подготовки пробы к анализу.
- Уметь эксплуатировать лабораторное оборудование, предназначенное для выполнения пробоподготовки объектов исследования, в соответствии с заводскими инструкциями;
- Владеть практическими навыками выполнения подготовки проб простых объектов, например, пищевых продуктов, лекарственных препаратов и т.д., и анализа этих объектов при контроле их качества и составлении отчета по проведенному анализу.
- Уметь интерпретировать полученные данные и проводить метрологическую оценку полученных результатов, а также проводить оценку правильности выбранного способа пробоподготовки.

### **3. Место модуля в структуре образовательной программы**

Модуль относится к дисциплине «Избранные главы аналитической химии» относится к профессиональному циклу, части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина по выбору.

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

Семестр 9, экзамен.

### **5. Входные требования для освоения модуля**

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.

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем модуля**

Общая трудоемкость модуля составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– лабораторные работы: 32 ч.;

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

### **8. Содержание модуля, структурированное по темам**

#### **Теоретический раздел модуля**

Тема 1. Методы отбора и хранения проб экотоксикантов. Этап пробоподготовки и его связь с последующим методом определения аналита. Основные критерии, определяющие выбор метода определения (точность, чувствительность, избирательность и др.).

Тема 2. Пробоподготовка. Разложение проб. Выбор способа разложения. "Сухое" и "мокрое" разложение. Сплавление и спекание, последующее растворение как способ переведения пробы в растворимое состояние. Интенсификация процессов разложения объектов различной природы. Использование для разложения высоко агрессивных реагентов, повышенных температур и давления. Автоклавы, преимущества их использования.

Тема 3. Фотохимическая пробоподготовка. Общая характеристика фотохимических реакций. Квантовый выход. Основные законы фотохимии. Фотохимическое разложение

органических веществ. Реакции фотоокисления. Реакции фотовосстановления. Механизм радикальных реакций. Другие способы интенсивного разложения органических веществ (катализ, плазменная деструкция).

Тема 4. Ускоренное разложение под действием микроволнового поля. Подготовка проб в микроволновых печах. Тепловые и нетепловые эффекты СВЧ-излучения. Механизм разрушения растворенных органических веществ СВЧ-полем. Техника метода. Примеры микроволнового разложения проб, аппаратура, преимущества и ограничения.

Тема 5. Ускоренное разложение под действием ультразвукового поля. Пробоподготовка с использованием ультразвука. Теоретические основы сонохимии. Процессы кавитации. Основные эффекты в акустических полях. Радикальные реакции в ультразвуковом поле. Техника метода. Примеры применения ультразвука в анализе объектов окружающей среды.

Тема 6. Концентрирование и разделение как стадии пробоподготовки. Основные методы концентрирования: сорбция, экстракция, криогенный способ, фильтрационные и мембранные методы, сверхкритическая флюидная экстракция и др.

Тема 7. Сочетание различных способов пробоподготовки. Комбинированная минерализация мокрым озолением и УФ-облучением. Сочетание микроволновой и фотохимической пробоподготовки.

### **Практический раздел модуля**

Практическая работа 1. Определение витамина С в продуктах переработки плодов и овощей. Исследование влияния ультразвукового поля и экстрагирующего раствора на процесс экстракции витамина С при пробоподготовке выбранного объекта исследования. Проверка правильности выбранного способа пробоподготовки.

Практическая работа 2.

а) Спектрофотометрическое определение кобальта по реакции с нитрозо-*R*-солью в препарате "Цианокобаламин", включающее мокрое озоление образца фармпрепарата;

б) Твердофазно-спектрофотометрическое определение серебра по реакции с дитизоном в препарате "Протаргол", включающее мокрое озоление образца фармпрепарата;

в) Спектрофотометрическое определение хрома в фармацевтических препаратах «Пиколинат хрома Плюс» / «Карнитин Плюс Хром» по реакции с 1,5-дифенилкарбазидом, включающее мокрое озоление выбранного образца фармпрепарата.

а, б, в – на выбор студента.

Практическая работа 3. Подготовка проб пищевых продуктов методом минерализации при повышенном давлении с применением СВЧ-печи ПЛП-01 фирмы Урал-Гефест.

Практическая работа 4. Способ сухой минерализации пищевого сырья и продуктов для последующего определения в них токсичных элементов (свинец, железо).

## **9. Текущий контроль по модулю**

Текущий контроль по модулю проводится путем контроля посещаемости, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, сдачи и защиты отчетов по практическим работам и фиксируется в форме контрольной точки в семестре.

Примеры тестовых заданий для текущей оценки знаний.

1. Неполная минерализация органической матрицы при определении  $Me^{z+}$  недопустима в методе:

- а) Атомно-абсорбционная спектроскопия
- б) Инверсионная вольтамперометрия
- в) Спектрофотометрия
- г) Атомно-эмиссионная спектроскопия

2. Потери Hg и Se в процессе пробоподготовки путем минерализации органической матрицы связаны:

- а) улетучиванием при нагревании;
  - б) выпадением в осадок;
  - в) образованием комплексного соединения с добавляемым реагентом;
  - г) адсорбцией на стенках сосуда.
3. Метод анализа, не требующий пробоподготовки:
- а) инверсионная вольтамперометрия;
  - б) нейтронно-активационный анализ;
  - в) атомно-абсорбционная спектроскопия;
  - г) ИСП-спектроскопия;
  - д) рентгенофлуоресцентный анализ;
  - е) хроматография.
4. Методы разделения, не связанные с распределением веществ между фазами.
- а) экстракция;
  - б) соосаждение;
  - в) электромиграционный метод;
  - г) масс-сепарация.
5. Метод анализа, обладающий самым низким пределом обнаружения:
- а) рентгенофлуоресцентный;
  - б) атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой;
  - в) атомно-абсорбционная спектроскопия с электротермической атомизацией;
  - г) инверсионная вольтамперометрия с модифицированными электродами;
  - д) масс-спектрометрия;
  - е) иммунохимический.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен в девятом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит 3 теоретических вопроса, соответствующих компетентностной структуре дисциплины, и предполагает ответы в развернутой форме. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

#### **Экзаменационный билет № 1**

1. Связь этапа пробоподготовки с последующим методом определения. Основные критерии, определяющие выбор метода определения аналита.
2. Разложение проб. Выбор способа разложения. "Мокрое" разложение. Автоклавы, преимущества их использования.
3. Ускоренное разложение проб реальных объектов под действием ультразвука. Для каких объектов применим данный способ? Влияние ультразвука на процесс экстракции аналита из пробы.
4. Проверка пригодности метода подготовки проб.

#### **Экзаменационный билет № 2**

1. Пробоотбор. Виды проб. Факторы, которые необходимо учитывать при отборе пробы.
2. Сухие способы разложения пробы. Преимущества, недостатки.
3. Подготовка проб в микроволновых печах. Механизм разрушения растворенных органических веществ СВЧ-полем. Техника метода. Примеры микроволнового разложения проб, аппаратура, преимущества и ограничения.
4. Проверка пригодности метода подготовки проб.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Каждый вопрос оценивается баллами. Баллы, полученные на экзамене суммируются с баллами, полученными в течение семестра. Если студент набрал более

90% баллов от максимально возможного, оценка «Отлично», от 75 до 89% - оценка «Хорошо», от 60 до 74% - оценка «Удовлетворительно».

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22090>

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 6-е изд. – М. : "Лаборатория знаний", 2020. – 858 с.

– Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю. А. Карпов, В. П. Савостин 3-е издание (электронное). – М. : Лаборатория знаний. 2015. – 246с.

– Башилов А. Микроволновая подготовка проб к элементному анализу – вчера, сегодня, завтра // Аналитика. Научно-технический журнал. 2011. № 1, 6-14 с.

– Пробоподготовка в микроволновых печах. Теория и практика / Под ред. Г. М. Кингстона, Л. Б. Джесси. – М. : Мир, 1991. – 333 с.

– Применения ультразвука / Балдев Радж, В. Раджендран, П. Паланичами; пер. с англ. А. Ширшова. – М. : Техносфера, 2006. – 575 с.

б) дополнительная литература:

– Environmental Trace Analysis: Techniques and Applications / John R. Dean. – Publ.: John Wiley & Sons, Incorporated. 2013. – 251 p.

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/tomskuniv-ebooks/detail.action?docID=1650859>.

– Miniaturization in Sample Preparation / Francisco Pena Pereira. – Publ.: Walter de Gruyter GmbH. 2014. – 452 p.

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/tomskuniv-ebooks/detail.action?docID=1787238>

в) ресурсы сети Интернет:

– Информационно-правовая система Техэксперт (Кодекс)

<http://92.63.64.166:8090/docs/>

## 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 практических занятий, 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.

#### **15. Информация о разработчиках**

Саранчина Надежда Васильевна, канд. хим. наук, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

## **Модуль II. Избранные главы хемометрики**

### **1. Цель и планируемые результаты освоения модуля**

- ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;
- ПК-2. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках;
- ПК-6. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

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.

ИПК-2.1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.

ИПК-2.2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.

ИПК-6.1. Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.

ИПК-6.2. Составляет протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме.

### **2. Задачи освоения модуля**

- Освоить методы и средства хемометрики для решения задач химического анализа;
- Научиться использовать хемометрические подходы при анализе экспериментальных данных в различных областях химии в дальнейших исследованиях.

### **3. Место модуля в структуре образовательной программы**

Модуль относится к дисциплине «Избранные главы аналитической химии» относится к профессиональному циклу, части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина по выбору.

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

Семестр 9, зачет

### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины студенты предварительно знакомятся со следующими дисциплинами: аналитическая химия, методы математической статистики в химии, которые формируют необходимые профессиональные компетенции по знаниям основ обоснования основных методов и приемов статистической обработки экспериментальных данных

## 6. Язык реализации

Русский

## 7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость модуля составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## 8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Предмет и задачи хемометрики. Анализ исследовательских данных. Взаимосвязь между отдельными стадиями химического анализа.

Тема 2. Регрессионный анализ

Цели регрессионного анализа. Математическое определение регрессии. Простая линейная регрессия: расчет коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов; расчет стандартных отклонений параметров градуировочной зависимости; исключение «выскакивающей точки»; проверка адекватности градуировочной зависимости; определение концентрации аналита в пробе по градуировочной зависимости с указанием границ доверительного интервала. Множественная линейная регрессия: оценивание регрессионных коэффициентов.

Тема 3. Корреляционный анализ.

Корреляция и взаимосвязь величин. Показатели корреляции. Расчет линейного коэффициента корреляции. Корреляционный анализ: определение, ограничения и область применения.

Тема 4. Методы распознавания образов и классификации.

Предмет и задачи метода. Кластерный анализ. Методы кластеризации. Предварительная подготовка данных. Меры сходства: евклидовое расстояние и др. Методы объединения в кластеры. Линейный дискриминантный анализ (ЛДА). ЛДА для двух классов. Дискриминантные функции.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости и контрольных опросов тестов по лекционному материалу и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет проводится в виде контрольной работы, включающей в себя задачи. Выполнение данного задания предполагает проверку компетенции ИОПК-1.1., 1.2., 1.3., ИПК-2.1., 2.2., 6.2. Приводится решение задачи и краткая интерпретация полученных результатов.

Примеры задач:

1. Определить образцы водок, приготовленных из двух разных сортов спирта по данным анализа на метанол и изопропиловый спирт.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C, %	0,04	0,05	0,03	0,08	0,04	0,07	0,08	0,04	0,05
C, %	0,002	0,005	0,002	0,004	0,006	0,002	0,005	0,003	0,005

2. Распределить по вероятным источникам загрязнения (определить их число) вещества на основании сравнения с фоновыми величинами

Вещество	Фоновая концентрация, мг/кг	Концентрация в объекте, мг/кг
----------	-----------------------------	-------------------------------

Свинец	6	11,3
Никель	4	7,6
Хром	6	7,6
Медь	3	5,7
Цинк	23	30,0
Кобальт	5	6,2
Олово	4,5	5,3
Ртуть	2,1	2,9

3. Рассчитать тесноту связи (коэффициент корреляции) между количеством хлорорганического вещества в почве и временем ее регенерации. Сколько времени продлится разложение вещества при его концентрации 0,1 г/кг?

Концентрация, г/кг	0,002	0,006	0,01	0,02	0,03
Время регенерации, мес.	2	5	8	12	18

Результаты решения контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Зачет ставится, если контрольная работа оценена «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (результат сдачи отчетов по практическим работам). Для прохождения промежуточной аттестации студенту необходимо выполнить и сдать отчеты по практическим работам, направленным на анализ экспериментальных данных с использованием подходов хемометрики. Выполнение практических заданий направлено на оценку сформированности ИОПК-1.1., 1.2., 1.3., ИПК-2.1., 2.2., 6.2.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=28512>

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

в) План практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Марьянов Б.М.. Избранные главы хемометрики: Учебное пособие для хим. Факультетов вузов. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2004, - 166 с.

– Шачнева, Е.Ю. Хемометрика. Базовые понятия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Ю. Шачнева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90051>.

б) дополнительная литература:

– Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. – Москва: Мир, 1994, - 268 с.

– Pomerantsev, Alexey L. Chemometrics in Excel, John Wiley & Sons, Incorporated, 2014. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tomskuniv-ebooks/detail.action?docID=1680599>.

в) ресурсы сети Интернет:

– Официальный сайт Российского хемометрического общества (РХО) <https://www.chemometrics.ru/ru/>

## 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 практических занятий, 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.

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

#### **15. Информация о разработчиках**

Гавриленко Наталия Айратовна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Изаа Татьяна Ивановна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.