

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет химии и высоких технологий
Кафедра аналитической химии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор, проф.

А.Г.Иванов

2017 г.

Рабочая учебная программа по дисциплине

**Б1.В.ДВ.2.1 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ
ЭКОАНАЛИТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Направление подготовки **04.06.01 Химические науки**

Профиль подготовки **02.00.02 Аналитическая химия**

Квалификация аспиранта: **Преподаватель. Исследователь-преподаватель.**


Кандидат химических наук

Форма обучения очная

г. Краснодар
2017

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, рекомендациями по формированию основных профессиональных образовательных программ послевузовского профессионального образования и на основании учебного плана основной образовательной программы по направлению Химические науки, профиль Аналитическая химия.

Составители:


_____ Темердашев Зауаль Ахлоевич, доктор химических наук, профессор,
заведующий кафедрой аналитической химии.


_____ Починок Татьяна Борисовна, кандидат химических наук, доцент
кафедры аналитической химии.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры аналитической химии 07.06.2017 г. протокол № 9.

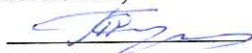
Заведующий кафедрой
аналитической химии,
д.х.н., профессор



З.А. Темердашев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий 27.06.2017 г. протокол № 5.

Председатель УМК
факультета химии и высоких технологий,
к.х.н., доцент



Т.П.Стороженко

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является изучение теоретических и методологических основ организации и проведения экоаналитического мониторинга; принципов оптимизации выбора аналитической процедуры в зависимости от решаемой задачи, природы объекта и метода последующего анализа с учетом возможностей, преимуществ и ограничений современных аналитических методов; выработка подходов к оптимизации методов пробоподготовки с целью квалифицированной постановки задачи экоаналитического исследования и интерпретации полученных данных на основе грамотно спланированного эксперимента.

2. Основные задачи курса «Современные методы экоаналитического мониторинга»

Основными задачами курса являются:

- ознакомление с современными методами организации экоаналитического мониторинга;
- изучение физико-химических основ и практическое освоение инструментальных методов экоаналитического контроля.

Освоение дисциплины направлено на формирование профессиональной компетенции:

- готовность к научно-исследовательской и организационной деятельности в области аналитического контроля и экоаналитического мониторинга (ПК-2).

В результате изучения данной дисциплины аспиранты должны приобрести следующие знания, умения и навыки:

- знание основных принципов и подходов в реализации экоаналитического мониторинга;
- умение методически обосновывать схему экоаналитического контроля в зависимости от природы объекта и свойств определяемых компонентов, знание основных приемов отбора проб, пробоподготовки;
- умение обрабатывать и интерпретировать данные экоаналитического мониторинга.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)

Дисциплина «Современные методы экоаналитического мониторинга» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана. На ее изучение отводится 108 часов, из них 44 часа аудиторной работы (8 лекционных, 18 лабораторных и 18 практических занятий) и 64 часа контролируемой самостоятельной работы. В соответствии с учебным планом, занятия проводятся на третьем курсе обучения в аспирантуре.

4. Структура и содержание дисциплины «Современные методы экоаналитического мониторинга»

№ п/п	Раздел дисциплины	Год обучения	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям), Формы промежуточной аттестации (по итогам освоения дисциплины)
				Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Аналитический цикл и стадии анализа	2		2		6	14	
2.	Спектральные методы анализа	2		4		12	20	Устный опрос
3.	Методы масс-спектрометрии	2		4		10	18	Устный опрос
4.	Вольтамперометрические методы анализа	2		4		10	18	Устный опрос
5.	Методы пробоотбора и пробоподготовки	2		2		8	18	Устный опрос
6.	Организация экоаналитического мониторинга	2		2		8	20	Устный опрос
	Всего			18		54	108	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	3 курс	Всего
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторная работа:	44	44
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа:	64	64
Реферат (Р)		
Самостоятельное изучение разделов	34	34
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	30	30
Вид итогового контроля - зачет		

4.3. Разделы дисциплины, изучаемые в семестрах 2 курс

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Аналитический цикл и стадии анализа	14		4		10
2	Спектральные методы анализа	20	2	4	4	10
3	Методы масс-спектрометрии	18	2	2	4	10
4	Вольтамперометрические методы исследования	18	2	2	4	10
5	Хроматографические методы	16		2	4	10
6	Методы пробоотбора и побоподготовки. Организация Экоаналитического мониторинга	22	2	4	2	14
	Зачет					
	<i>Всего:</i>	108	8	18	18	64

4.4. Лекционные занятия

№	Тема	Час
1	Спектральные методы анализа. Возможности и особенности применения спектральных методов анализа в экоаналитическом контроле. Атомная и молекулярная спектроскопия. Эмиссионный и абсорбционный анализы. Энергия излучения. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Метод холодного пара и гидридный методы. Рентгеновские методы анализа. Оже-спектроскопия. Колебательная спектроскопия, КР-спектроскопия, теоретические основы метода, аналитические характеристики и применение. Фурье-преобразование спектров. Флуориметрические методы анализа, их классификация, теоретические основы, особенности и применение. Эффект Шпольского.	2
2	Методы масс-спектрометрии. Возможности и преимущества методов масс-спектрометрии в определении органических загрязнителей окружающей среды. Способы ионизации, интерпретация масс-спектров, закономерности фрагментации органических молекул. Изотопный состав. Обнаружение пика молекулярного иона. Разделение осколочных ионов. Основы групповой идентификации. Спектры ионных серий гомологических рядов. Обобщенные характеристики масс-спектров.	2
3	Вольтамперометрические методы исследования. Применение методов вольтамперометрии в анализе объектов окружающей среды. Описание электрохимических процессов, теоретические аспекты электрохимических реакций. Сорбционные и кинетические процессы на электродах. Потенциал	2

	полувольты. Предельный ток. Способы определения тяжелых металлов в природных матрицах.	
4	Организация экоаналитического мониторинга. Обоснование программы экоаналитического мониторинга, определение перечня объектов и показателей контроля. Место и периодичность отбора проб, способы обработки результатов наблюдений.	2
	ВСЕГО	8

4.5. Практические занятия

Практические занятия		
1	Спектроскопические и масс-спектрометрические методы в системе современного экоаналитического мониторинга	6
2	Электрохимические методы и их роль в экоаналитическом мониторинге.	6
3	Хроматографические и хроматомасс-спектрометрические методы в решении актуальных задач экоаналитического мониторинга	
4	Круглый стол. Актуальные проблемы и современные методы экоаналитического мониторинга	6
	ВСЕГО	18

4.6. Лабораторные работы

Лабораторные занятия		
1	Анализ реального объекта с использованием метода ИСП-эмиссионной спектроскопии	12
2	Анализ реального объекта с использованием хроматографических методов	6
	ВСЕГО	18

5. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению курса «Современные методы экоаналитического мониторинга» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: метод проектов, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль: *Беседы по тематике лекций, сдача лабораторных работ*

Итоговый контроль: *Зачет*

Вопросы к зачету:

Раздел 1. Аналитический цикл и стадии анализа

Выбор метода и схемы анализа, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы. Вещественный анализ. Измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений, оптимизация схемы анализа, доказательство правильности результатов анализа. Метрологическое обеспечение экоаналитических исследований.

Раздел 2. Спектральные методы анализа

Возможности и особенности применения спектральных методов анализа в экоаналитическом контроле. Атомная и молекулярная спектроскопия. Эмиссионный и абсорбционный анализы. Энергия излучения. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Метод холодного пара и гидридный методы. Рентгеновские методы анализа. Оже-спектроскопия. Колебательная спектроскопия, КР-спектроскопия, теоретические основы метода, аналитические характеристики и применение. Фурье-преобразование спектров. Флуориметрические методы анализа, их классификация, теоретические основы, особенности и применение. Эффект Шпольского.

Применение РФА в анализе природных объектов. Обзорный, полуколичественный анализ почв методом РФА. РФА анализ сталей с использованием стандартных образцов. Применение метода внутреннего стандарта при анализе шлаков (РФА)

Оптимизация анализа экологических объектов методами молекулярной спектроскопии. Функциональный анализ, процедура идентификации. Определение фенолов в объектах окружающей среды.

Раздел 3. Методы масс-спектрометрии

Возможности и преимущества методов масс-спектрометрии в определении органических загрязнителей окружающей среды. Способы ионизации, интерпретация масс-спектров, закономерности фрагментации органических молекул. Изотопный состав. Обнаружение пика молекулярного иона. Разделение осколочных ионов. Основы групповой идентификации. Спектры ионных серий гомологических рядов. Обобщенные характеристики масс-спектров. Интерпретация масс-спектров сложных органических молекул. Хромато-масс-спектрометрия. Идентификация компонентов в реальных объектах. Определение супероксидантов, предварительный скрининг.

Раздел 4. Вольтамперометрические методы исследования

Применение методов вольтамперометрии в анализе объектов окружающей среды. Описание электрохимических процессов, теоретические аспекты электрохимических реакций. Сорбционные и кинетические процессы на электродах. Потенциал полуволны. Предельный ток. Способы определения тяжелых металлов в природных матрицах.

Раздел 5. Хроматографические методы анализа.

Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) хроматография. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Влияние температуры на удерживание и разделение. Газовая хроматография с программированным подъемом температуры. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Реакционная газовая хроматография. Применение для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды. Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность, особенности, применение. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Применение для анализа сложных смесей. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Ион-парная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Аффинная хроматография. Области применения Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения.

Раздел 6. Методы пробоотбора и пробоподготовки

Общие вопросы методов пробоотбора. Особенности пробоотбора воздуха. Пробоотбор почв, растительных материалов, сырья и пищевых продуктов. Общие вопросы методов разложения. Техника разложения (разложение нагреванием в газе, растворение в жидкостях, разложение сплавления. Материалы для изготовления химической посуды. источники погрешностей при разложении веществ. Ускорение разложения, автоматизация. Разложение веществ с участием химических реакций без изменения степени окисления элементов. Разложение с использованием комплексообразующих веществ и ионитов. Разложение минеральными кислотами. Сплавление. Расщепление ферментами. Пирогидролиз. Разложение методом Лоуренса Смита. Методы разложения окислением. Окисление кислородом и озоном. Окисление азотной кислотой и оксидами азота. Окисление серной кислотой, смесью азотной и серной кислот, хлорноватой кислотой и хлоратами, хлорной кислотой. Особенности кислотного разложения пищевых продуктов. Окисление пероксидом водорода, пероксодисульфатом, перокси кислотами. Электролитическое окисление. Особенности автоклавной пробоподготовки пищевых продуктов. Физические методы разложения, термическое разложение, плазменная деструкция. Фотолиз и радиолиз.

Раздел 7. Организация экоаналитического мониторинга

Обоснование программы экоаналитического мониторинга, определение перечня объектов и показателей контроля. Место и периодичность отбора проб, способы обработки результатов наблюдений.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

7.1.1. Печатные издания основной литературы:

1. Проблемы аналитической химии. Т.13. Внелабораторный химический анализ. Под ред. Золотова Ю.А. М. Наука. 2010. 560 с.
2. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль.//Под ред. Т.Н. Шеховцовой; В 2-х томах; Краснодар, 2007.
3. Прикладной химический анализ: Практическое руководство/под ред. Т.Н.Шеховцовой, О.А. Шпигуна. Изд-во Московского государственного университета. 2010.
4. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство / Другов, Юрий Степанович, А. А. Родин ; Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 855 с.

7.1.2. Электронные издания основной литературы:

1. Ярышев Н. Г., Медведев Ю. Н., Токарев М. И., Бурихина А. В., Камкин Н. Н. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Изд-во «Прометей». 2015
2. Другов Ю. С., Родин А. А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013
3. Другов Ю. С., Родин А. А. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.

7.2. Дополнительная литература

7.2.1 Печатные издания дополнительной литературы:

1. Основы аналитической химии (в 2-х книгах) (под редакцией Ю.А. Золотова). М.: Академия, 2014.
2. Мониторинг органических загрязнений природной среды: 500 методик: практическое руководство / Другов, Юрий Степанович, А. А. Родин; Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 893 с.
3. Газохроматографический анализ природного газа: практическое руководство / Другов, Юрий Степанович, А. А. Родин; Ю. С. Другов, А. А. Родин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 174 с. 5. С. К. Кюрегян. Атомный спектральный анализ нефтепродуктов. М.: Химия, 1985.
4. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов: практическое руководство / Другов, Юрий Степанович, А. А. Родин; Ю. С. Другов, А. А. Родин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 294 с.
5. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство / Другов, Юрий Степанович, А. А. Родин; Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 270 с.
6. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов: в 3 т. / под ред. Л. Н. Москвина; [И. Г. Зенкевич и др.]. - М.: Академия, 2008. - 300 с.

7.2.2 Электронные издания дополнительной литературы:

1. Другов Ю. С., Муравьев А. Г., Родин А. А. Экспресс-анализ экологических проб. Практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013
2. Другов Ю. С., Родин А. А. Анализ загрязненной воды: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
3. Другов Ю. С., Родин А. А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов. Практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013
4. Другов Ю. С., Родин А. А. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
5. Другов Ю. С., Родин А. А. Контроль безопасности и качества продуктов питания и товаров детского ассортимента. Практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
6. Другов Ю. С., Родин А. А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
7. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды - М.: Техносфера, 2013

8. Околелова А. А., Желтобрюхов В. Ф. Нефтепродукты в почвах и методы их анализа/Издательство: Волгоградский государственный технический университет. 2014
9. Околелова А. А., Егорова Г. С. Экологический мониторинг: учебное пособие для студентов высших учебных заведений/ Издательство: ВолгГТУ. 2014
10. Аксенов В. И., Ушакова Л. И., Ничкова И. И. Химия воды : Аналитическое обеспечение лабораторного практикума: учебное пособие / Издательство Уральского университета, 2014.

7.3. Перечень основных нормативных документов

1. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» N 7-ФЗ от 10.01.2002 г. (в ред. от 05.02.2007 г.);
2. Водный кодекс Российской Федерации № 74 ФЗ от 03.06.2006
3. Закон Российской Федерации «О недрах» № 2395-1 от 21.02.1992 г. (в ред. от 25.10.2006 г.) с изменениями и дополнениями, вступающими в силу с 01.01.2007.
4. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» ”№ 174-ФЗ от 23.11.1995 г. (в ред. от 18.12.2006 г.)
5. Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» № 155-ФЗ от 13.07.1998 г. (в ред. от 29.12.2004 г.)
6. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации (утв. Приказом ГКЭ № 372 от 16 мая 2000 г.);
7. Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов, Вашингтон, Лондон, Мехико, Москва, от 29 декабря 1972 г., № 2594, ратиф. 15 декабря 1975 г. (СССР);
8. Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте ООН. Экономический и Социальный Совет. Европейская экономическая комиссия. Финляндия. 25.02-01.03.1991 г. Подписана Правительством СССР 06.07.1991 г., период действия — с 06.07.1991 г. Подтверждено Правительством РФ от 13.01.1992 г. № Н-11, ГП МИД РФ;
9. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озёр, Хельсинки, 17.03.1992 г., ратиф. 18.03.1992 г., введена в действие Постановлением Правительства РФ от 13.04.1993 г. № 331;
10. Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий, Хельсинки, 17.03.1992 г., ратиф. 18.03.1992 г., введена в действие с 04.11.1993 г. решением Правительства РФ от 04.11.1993 г. № 1118.;
11. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и понятия.
12. ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.
13. ГОСТ 17.1.3.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Правила охраны вод от загрязнения при бурении и освоении морских скважин на нефть и газ.
14. ГОСТ 17.1.3.05-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
15. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
16. ГОСТ 17.1.3.08-82 Охрана природы. Гидросфера. Правило контроля качества морских вод.
17. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов.
18. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.

19. ГОСТ 17.1.5.04-81 Охрана природы, Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природной воды. Общие технические требования.

20. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.

21. Методические указания № 40 по организации системы наблюдений и контроля за загрязнением морей и устьев рек.

7.3. Периодические издания

Журналы «Аналитика и контроль», «Журнал аналитической химии». «Заводская лаборатория. Диагностика Материалов», «Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе», «Экологический вестник научных центров стран Черноморского экономического сотрудничества».

7.4. Интернет-ресурсы

1. Портал «Аналитическая химия в России» <http://www.wssanalytchem.org>

2. Портал химиков-аналитиков: аналитическая химия и метрология www.anchem.ru

Российское хеометрическое общество <http://rsc.chph.ras.ru>

3. www.scopus.com,

4. www.scirus.com

5. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, www.gost.ru; база нормативных документов;

6. ВНИИКИ, сайт: www.standards.ru; база АИСД «Государственный реестр типов средств измерений, допущенных к обращению в РФ»;

7. www.1gost.ru; база методик выполнения измерений

7.5. Методические указания и материалы по видам занятий

1. Прикладной химический анализ: Практическое руководство/под ред. Т.Н.Шеховцовой, О.А. Шпигуна. Изд-во Московского госуниверситета. 2010.

2. Пробоподготовка в экологическом анализе : практическое руководство / Другов, Юрий Степанович, А. А. Родин ; Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 855 с.

7.6. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Лицензионные компьютерные программы обработки данных программно-аппаратных комплексов приборов: спектрофотометр АА-6800, Фурье-спектрометр инфракрасный IR Prestige-21, «Shimadzu», Газовый хроматограф «Кристалл-2000М», спектрометр с индуктивно-связанной плазмой ICAP-6500Radial, «Termo», газовый хроматограф GC 2010 «Shimadzu», жидкостный хроматограф LC 2010 «Shimadzu», газовый хромато-масс-спектрометр GCMS-QP 2010 Plus «Shimadzu» и др.; Microsoft Office Excel, STATISTICA,

электронные библиотеки «Wiley8 mass spectral library» и «NIST-05», интегрированные в программно-аппаратный комплекс прибора GCMS-QP 2010 Plus.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации программы кафедра располагает материально-технической базой, обеспечивающей выполнение всех видов научно-исследовательской работы. Имеется возможность использования оборудования лабораторий научно-образовательного эколого-аналитического центра: лаборатории ICP-спектроскопии; хроматографии; рентгеновской спектроскопии; рентгенографического и термического анализа; атомно-абсорбционной спектроскопии; лаборатории исследований перспективных материалов; микроволновой пробоподготовки; ионной хроматографии и капиллярного электрофореза; лаборатория анализа пищевых продуктов.