

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

Е.В. Луков

(подпись)

» апреля 2025

**ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

программа профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих

«Лаборант-хроматографист»

Код профессии 33364 «Лаборант физико-химических исследований»
(по приказу от 14.07.2023 № 534)

Квалификационный разряд, класс, категория: -

Трудоемкость: 144 ч.

Форма обучения: очная

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебного управления

М.А. Игнатьева

И.о. декана Химического факультета

А.С. Князев

Томск 2025

Основная программа профессиональной подготовки разработана в соответствии с требованиями профессионального стандарта (квалификационной характеристики) по профессии 33364 «Лаборант физико-химических исследований».

Организация-разработчик: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Разработчики: Рябиков Антон Евгеньевич м.н.с. Лаборатории физико-химических методов анализа ХФ ТГУ

Мудрикова Алена Евгеньевна, м.н.с. Лаборатории физико-химических методов анализа ХФ ТГУ

Понарин Никита Владимирович м.н.с. Лаборатории физико-химических методов анализа ХФ ТГУ

Руководитель: Сидельников Владимир Сергеевич, заведующий Лабораторией физико-химических методов анализа ХФ ТГУ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

основной программы профессионального обучения «Лаборант-хроматографист»

№ п/п	Наименование модулей / разделов / тем	Общая трудоемкость, ч	Контактные часы		СРС, ч	Формы контроля
			лекции	практические занятия		
1	Модуль 1. Теоретические основы хроматографического анализа	46	21	15	10	Зачет
1.1	Тема 1. Организация работ в аналитических лабораториях	5	2	2	1	
1.2	Тема 2. Теоретические основы газовой хроматографии	4	2	—	2	
1.3	Тема 3. Приборы и оборудование для проведения газохроматографического анализа	4	2	—	2	
1.4	Тема 4. Детекторы газовой хроматографии	6	4	1	1	
1.5	Тема 5. Пробоподготовка объектов анализа	6	1	4	1	
1.6	Тема 6. Методы количественного анализа в ГХ	12	6	4	2	
1.7	Тема 7. Метрологическое обеспечение анализа	9	4	4	1	

2	Модуль 2. Практическое обучение базовой работе на хроматографах	92	–	78	14	Зачет
2.1	Тема 1. Техника безопасности при работе в химических лабораториях	3	–	2	1	
2.2	Тема 2. Подготовка посуды к проведению газохроматографического анализа	5	–	4	1	
2.3	Тема 3. Приготовление стандартных и градуировочных растворов	6	–	4	2	
2.4	Тема 4. Работа на ГХ-ПИД	42	–	36	6	
2.5	Тема 5. Работа на ГХ-ДТП	9	–	8	1	
2.6	Тема 6. Проведение анализа простых смесей	9	–	8	1	
2.7	Тема 7. Стажировка	18	–	16	2	
Итоговая аттестация		6	-	6	-	квалификационный экзамен
Итого		144	21	99	24	

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХАРАКТЕРИСТИКА основной программы профессионального обучения «Лаборант-хроматографист»

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Нормативно-правовая база

Настоящая программа разработана в соответствии с:

- Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 26 августа 2020 года N 438 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 14.07.2023 г. N 534 «Об утверждении Перечень профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение»;
- Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 декабря 2016 г. № 1571 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 18.01.33 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям)»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 02 августа 2013 № 916 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 240100.02 Лаборант-эколог»;
- Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 июня 2021 № 377н «Об утверждении профессионального стандарта «Работник по химическому анализу тепловой электростанции»;
- ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования;
- ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности;
- ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание;
- Локальные нормативные акты НИ ТГУ.

1.2. Цель реализации программы

Целью реализации программы является формирование у обучающихся профессиональных знаний, умений и навыков по работе с газовым хроматографом по профессии рабочего 33364 «Лаборант физико-химических исследований».

1.3. Планируемые результаты обучения

Виды деятельности	Профессиональные компетенции ППО	Практический опыт	Умения	Знания
ВД 1. Проведение анализа в соответствии с требованиями исследования без предварительной сложной подготовки (код В уровень кв. 3)	ПК-1 Способен проводить анализ химического состава природных и технологических объектов	Проверка состояния рабочего места на соответствие требованиям, установленным в нормативных документах.	Контролировать условия окружающей среды с записью в журнале. Проверять сроки действия аттестатов/сертификатов контрольно-измерительных приборов. Проверять сроки действия применяемых стандартных образцов, химических реактивов и растворов.	Правил работы с реактивами и приготовления растворов. Правил ведение лабораторной документации
		Подготовка оборудования, материалов и растворов для проведения анализа.	Подготавливать материалы, комплектующие изделия для химико-физических анализов. Запускать оборудование или переводить его в рабочий режим. Подготавливать растворы (калибровочные, градуировочные растворы, растворы реактивов). Получать и доставлять химические реактивы, вспомогательные материалы.	Правила расчета и способы выражения концентраций. Правила расчета коэффициентов градуировочного графика.
		Организация завершения проведения анализа.	Переводить оборудование в режим ожидания или выключить его. Обеспечивать правильное хранение приготовленных растворов. Организовывать утилизацию просроченных растворов.	Устройство и принцип работы оборудования. Условия правильного хранения реактивов. Правила утилизации реактивов.
		Проведение простой пробоподготовки для аналитического контроля.	Взятие навески пробы. Проводить операции разбавления, фильтрования пробы.	Правила взятия навесок. Устройства и принципов работы с оборудованием при пробоподготовке. Правил работы с опасными веществами
		Определять качественный и количественный состав простых объектов в соответствии с нормативными документами.	Проводить анализ в зависимости от свойств пробы и целей анализа. Регистрировать в журнале исходные данные по объектам испытаний. Соблюдать параметры проведения	Принципов анализа методом ГХ

Виды деятельности	Профессиональные компетенции ППО	Практический опыт	Умения	Знания
			измерений в соответствии с требованиями нормативных документов	
		Проводить математическую обработку результатов измерений с учетом – характеристик оборудования и условий измерений.	Обрабатывать результаты измерений в соответствии с рабочими параметрами оборудования и условиями измерений. Производить статистическую обработку информации.	Системные и внесистемные единицы измерения Правила перевода единиц измерения иных систем единиц системы СИ
		Выдавать заключение о результатах измерений в виде протокола (акта) испытаний.	Корректно оформлять протокол (акт) испытаний в соответствии с утвержденной процедурой	Процедуры оформления, регистрации и выдачи протокола (акта) испытаний. ГОСТ Р 58973-2020 «Протокол испытаний»
ВД 2 Соблюдение правил и приемов техники безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности.	ПК-2 Владеет приемами техники безопасности при проведении химических анализов.	Соблюдение правил техники безопасности и приемов оказания первой медицинской помощи.	Применять средства индивидуальной и коллективной защиты Оказывать первую помощь пострадавшим на производстве. Соблюдать требования охраны труда и безопасности при производстве работ. Использовать первичные средства пожаротушения с проверкой исправности перед применением	Правила и приемы техники безопасности. Классификация химических реактивов по классам опасности. Правила оказания первой медицинской помощи.

При реализации настоящей программы в рамках конкретной ОПОП соответствие компетенций устанавливается приложением 1.

1.4. Требования к поступающим, категория слушателей: к освоению данной образовательной программы допускаются лица, имеющие среднее общее, среднее профессиональное или высшее образование.

1.5. Трудоемкость обучения: 144 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной работы слушателя и время, отводимое на контроль качества освоения программы.

1.6. Форма обучения: очная.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Наименование кабинета (мастерской, лаборатории и т.д.)	Вид занятий	Материально-техническое оснащение (наименование оборудования, программного обеспечения)
Аудитория 107А	Практические занятия	Технические средства обучения: компьютер, телевизор, маркерная доска
Аудитория 107А	Практические занятия	Весы лабораторные аналитические Газовый хроматограф с ПО Хроматек “Аналитик” 3.0 Лабораторная посуда Термогигрометр

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится по результатам освоения учебного плана в формате выполнения практических заданий по наиболее важным, с точки зрения практических навыков, темам. Формы и процедуры промежуточной аттестации по каждой теме доводятся до сведения обучающихся перед началом учебного процесса. Для допуска к итоговой аттестации (квалификационному экзамену) слушателю необходимо получить зачеты по модулям программы. Каждому слушателю для допуска к итоговой аттестации необходимо выполнить 5 практических заданий и суммарно набрать не менее 5 баллов.

Итоговая аттестация

Итоговая аттестация результатов подготовки обучающихся осуществляется экзаменационной комиссией в форме квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен проводится для определения соответствия полученных знаний, умений и навыков программе профессионального обучения по профессии «Лаборант физико-химических исследований». Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу в виде осуществления анализа и проверку теоретических знаний в виде тестовых заданий в пределах квалификационных требований.

Лицам, успешно сдавшим квалификационный экзамен, по результатам освоения программы профессионального обучения выдается свидетельство по профессии «Лаборант физико-химических исследований».

Примеры вопросов теоретической части квалификационного экзамена (теста)

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Вопросы	Критерии оценки
Знает: – теоретические основы газовой хроматографии; – устройство газового хроматографа; – принципы работы пламенно-ионизационного детектора и детектора по теплопроводности – теоретические основы методов качественного и количественного газохроматографического анализа; – правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования; – правила техники безопасности при работе с газами в сосуде под высоким давлением и органическими растворителями – знает методы пробоподготовки проб	1. Перечислите основные типы газов для ГХ-анализа, источники газов и требования к ним. 2. Основные принципы хроматографии. Что такое сорбция и десорбция? Основные допущения теории Ленгмюра. 3. Молекулярно-кинетическая теория, уравнение Ван-Деемтера. Какие процессы происходят в хроматографической колонке? Уравнение Голея для капиллярных колонок. 4. Теория теоретических тарелок Мартина и Синджа. От каких параметров зависит разрешение между двумя пиками? 5. В чем отличие насадочных и капиллярных колонок для ГХ? Назовите основные сорбенты и типы межмолекулярных взаимодействий, участвующие в разделении веществ. 6. Влияние температуры на хроматографический процесс. В чем отличие изотермического и градиентного режимов 7. Чем отличается режим работы испарителя с делением потока и без деления? Для каких объектов применяют режим с делением потока? 8. Опишите принцип работы пламенно-ионизационного детектора. К какому типу детекторов относится, для каких объектов применяют? 9. Принцип работы детектора	– «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; – «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения; – «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; – «неудовлетворительно» не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на поставленные вопросы.
Умеет: – подбирать диапазон концентрации рабочих растворов; – выполнять стандартные операции пробоотбора, пробоподготовки, химического и физико-химического анализа различных объектов – запустить серию анализов с использованием автоматических и полуавтоматических систем ввода пробы в газовый хроматограф; – подобрать оптимальный режим ввода; – рассчитать температуру испарителя, термостата колонки и детектора для проведения анализа.		

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Вопросы	Критерии оценки
	по теплопроводности, устройство и область применения. 10. Какие основные методы качественного анализа применяют в ГХ? Как рассчитывается линейный индекс удерживания компонента? 11. Перечислите методы количественного расчета в ГХ. В каком случае допускается проводить расчет методом внутренней нормализации? 12. Что такое линейный динамический диапазон детектора? Как данный параметр влияет на вид градуировочного графика? Особенности построения градуировочного графика пламенно-ионизационного детектора для вещества. В чем заключается отличие в расчете содержания веществ с использованием метода одноточечной и абсолютной калибровки? 13. Конструкция системы ввода пробы в газовый хроматограф. Как агрегатное состояние образца влияет на способ ввода пробы? Способы дозирования газовых проб. 14. Источники газов в газовой хроматографии, рабочее давление для газов. В каком случае не допускается работа на газовом хроматографе? 15. Как оценивают пригодность хроматографических условий анализа? Напишите формулы расчета числа теоретических тарелок,	

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Вопросы	Критерии оценки
	фактора асимметрии, разрешения между пиками 17. Как правильно отобрать пробу? Что делать, если проба негетерогенная? 18. Перечислите ключевые способы пробоподготовки для нелетучих объектов.	
Знает: Правила пользования аналитическими весами, газового хроматографа, вспомогательного оборудования.	1. Правила обслуживания газового хроматографа 2. Правила работы с аналитическими весами. 3. Правила работы с генератором водорода и компрессором	
Знает: Промышленную и пожарную безопасность труда, охрану труда; Правила оказания первой медицинской помощи.	1. Общие и специальные правила и нормы по промышленной безопасности. 2. Порядок допуска к работе на ОПО (обучение, проверка знаний, инструктажи, медицинский допуск, инструкции по охране труда, должностные инструкции). 3. Порядок проверки состояния промышленной безопасности на ОПО. Контроль внешний и производственный контроль. 4. Правила противопожарного режима в РФ. ППБ. Первичные средства пожаротушения. ФНП НГП. Требования к организациям эксплуатирующим ОПО. 5. ФНП НГП. Общие требования к рабочим местам. 6. Сигнальные цвета. 7. Сигнализация при аварийной ситуации. 8. Знаки безопасности.	

Примеры заданий практической части квалификационного экзамена

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Вопросы	Критерии оценки
Умеет: 1. Проводить пробоподготовку в зависимости от методики и природы объекта. 2. Определять содержание примесей и основного компонента в анализируемых объектах. 3. Выполнять измерения на приборах газового хроматографа 4. Оформлять рабочую документацию и протокол испытаний (акт).	1. СТО ТГУ МИ.177-2023 Методика измерения массовых долей примесей и бета-пропиолактона в пробе продукта бета-пропиолактона методом газовой хроматографии 2. СТО ТГУ МИ.202-2024 Методика измерений массовой доли основного вещества и массовой доли гамма-бутиролактона методом газовой хроматографии 3. ГОСТ 10259. Реактивы. Ацетилацетон. Технические условия. 4. М 068.01-33101-24. Полиизобутилен. Методика измерений массовой доли диизопропилового эфира методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором	– «отлично» выставляется обучающемуся, если он владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических заданий в строго определенной последовательности, четко и логически верно поясняет свои действия, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не испытывает затруднений при видоизменении заданий; – «хорошо» выставляется обучающемуся, если он владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических заданий, не допускает существенных неточностей при их выполнении; – «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он владеет навыками и приемами выполнения практических заданий, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности выполнения заданий; - «неудовлетворительно» не знает последовательности выполнения заданий, допускает существенные ошибки.

Итоговая оценка

По результатам квалификационного экзамена выставляется оценка по пятибалльной шкале и присваивается квалификация «Лаборант физико-химических исследований». На основании баллов, полученных за теоретическую часть и

практическую часть квалификационного экзамена, слушателю выставляется итоговая оценка как сумма оценок за обе части.

«Отлично» – выставляется, если сумма баллов составляет от 9 до 10 включительно.

«Хорошо» – выставляется, если сумма баллов составляет от 8 до 9 включительно.

«Удовлетворительно» – выставляется, если сумма баллов составляет от 5 до 7 включительно.

«Программа не освоена слушателем» – выставляется, если сумма баллов составляет менее 4.

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА «Лаборант-хроматографист»

Рабочая программа теоретической подготовки является частью основной программы профессионального обучения по квалификации (профессии) «Лаборант физико-химических исследований» и определяет результаты, содержание и условия обучения.

Результатом освоения программы теоретической подготовки является овладение обучающимися профессиональными компетенциями (ПК):

Код	Наименование результата обучения
ПК-1	Знает теоретические основы методов качественного и количественного хроматографического анализа
ПК-2	Правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования
ПК-3	Методы пробоподготовки проб
ПК-4	Устройство и принцип работы газового хроматографа
ПК-5	Правила работы с реактивами и приготовления растворов
ПК-6	Правила ведения лабораторной документации
ПК-7	Процедуры оформления, регистрации и выдачи протокола (акта) испытания ГОСТ Р 58973-2020 «Протокол испытаний»
ПК-8	Правила расчета и способы выражения концентраций
ПК-9	Правила расчета коэффициентов градуировочного графика
ПК-10	Системные и внесистемные единицы измерения
ПК-11	Правила перевода единиц измерения иных систем в единицы системы СИ
ПК-12	Правила оказания первой медицинской помощи

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Тема 1. Организация работ в аналитических лабораториях	Охрана труда и пожарная безопасность в химических лабораториях. Обучение технике лабораторных работ. Подготовка рабочего места (2 ч)	Семинар 1. Практическое ознакомление с объемом работ и спецификой анализов, проводимых в лаборатории. Практическое ознакомление с оборудованием, нормативно-технической документацией (2 ч)	1. Просмотр видеолекций 2. Изучение инструкций (1 ч)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Тема 2. Теоретические основы газовой хроматографии	Основы хроматографического процесса. Теория Ленгмюра. Молекулярно-кинетическая теория Ван-Деемтера. Теория теоретических тарелок Мартина и Синджа. Основные параметры газовой хроматографии: мертвое время, время удерживания, ёмкость, селективность, разрешение между пиками. Ключевые сорбенты газовой хроматографии, насадочные и капиллярные колонки Расчет параметров хроматографического пика, расчет пригодности хроматографических условий. Подбор сорбента для разделения модельной смеси (2 ч)		1. Просмотр видеолекций 2. Изучение рекомендованной литературы 3. Домашнее задание (2 ч)
Тема 3. Приборы и оборудование для проведения газохроматографического анализа	Источники газов, вспомогательное оборудование. Системы ввода пробы в хроматограф. Устройство газового хроматографа: испаритель, режимы работы испарителя; термостат колонки, влияние температуры на разделение компонентов. Расчет оптимальной скорости газа-носителя на основе полученных данных. Подбор температурного режима термостата колонки, подбор изотермического и градиентного режимов с использованием уравнений аппроксимации (2 ч)		1. Просмотр видеолекций 2. Изучение нормативной документации 3. Домашнее задание (2 ч)

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Тема 4. Детекторы газовой хроматографии	Типы детекторов ГХ, универсальные и селективные детекторы. Линейный диапазон детектора. Предел количественного обнаружения и предел обнаружения. Устройство пламенно-ионизационного детектора, принцип работы, область применения. Устройство детектора по теплопроводности, принцип работы, линейный диапазон, область применения. (4 ч)	Практическое ознакомление с устройством газового хроматографа (1 ч)	Изучение нормативной документации (руководство по эксплуатации, описание типа) (1 ч)
Тема 5. Пробоподготовка объектов анализа	Влияние физико-химических свойств соединения на возможность проведения анализа. Применение парофазного анализа для нелетучих матриц. Способы экстракции: твердофазная экстракция, системы автоматизации твердофазной экстракции; жидкость-жидкостная экстракция, применение современных способов экстракции. Основы работы пиролитической приставки, область применения (1 ч)	Практическое занятие. Проведение анализа по готовой методике, оценка физико-химических свойств матрицы на возможность прямого ввода в газовый хроматограф. (4 ч)	1. Изучение нормативной документации (методики анализа) (1 ч)
Тема 6. Методы количественного анализа в ГХ	Проведение скаутингового анализа неизвестных образцов. Качественный анализ в газовой хроматографии. Индексы Ковача и линейные индексы удерживания. Формулы расчета. Идентификация веществ с использованием линейных алканов. Использование справочных данных при идентификации. Основы количественного анализа в ГХ: внутренняя нормализация по	Практическое занятие. Анализ неизвестной смеси, идентификация состава с использованием линейных алканов. Работа по готовой методике количественного анализа. (4 ч.)	1. Просмотр видеолекций 2. Изучение рекомендованной литературы 3. Изучение нормативной документации (методики анализа) (2 ч.)

	площадям, фактор отклика, абсолютная градуировка и градуировка с использованием внутреннего стандарта. Основные формулы расчета содержания вещества на основе данных хроматограммы (6 ч.)		
Тема 7. Метрологическое обеспечение анализа	Математическая обработка результатов химического анализа. Статистическая обработка результатов. Внутрिलाбораторный контроль качества количественного химического анализа (4 ч.)	Решение задач: Доверительный интервал, доверительная вероятность. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. (4 ч.)	1. Просмотр видеолекций 2. Выполнение самостоятельной расчетной работы (1 ч.)

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ (организационно-педагогические)

Материально-технические условия реализации программы:

Обучение по программе реализовано в очном формате, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде. Материал для самостоятельного изучения представляется в виде комплекса мини-видео-лекций, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в LMS Moodle. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:

Методические рекомендации и пособия по изучению курса

Программа реализуется в формате смешанного обучения. Для организации асинхронной работы слушателей используются записи синхронных занятий, презентации, конспекты лекций, практические задания с подробными пошаговыми инструкциями, размещаемые в электронном курсе. Практические занятия проходят в очном формате. По данной программе имеется электронный учебно-методический комплекс в Moodle <https://lms.tsu.ru/login/index.php>. УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видеолекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробных установок и инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

а) основная литература:

1. Яшин Я.И., Яшин Е.Я., Яшин А.Я. Газовая хроматография. ТрансЛит. 2009.
2. Кольб Б. Газовая хроматография с примерами и иллюстрациями. Учебник. Пер с нем. Самара. 2007.
3. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. М. МГУ, 2007.
4. Царев И.Н., Царев В.И., Катраков И.Б. Практическая газовая хроматография. Барнаул. 2000.
5. Руденко Б.А., Руденко Г.И. Высокоэффективные хроматографические процессы. Т.1. Газовая хроматография.-М., Наука, 2003.
6. Коган Л.А. Количественная газовая хроматография. Химия. 1975.
7. Мак-Махон Дж. Аналитические приборы. Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам. Пер. с англ. Под ред. Л.Н.Москвина. М.Профессия. 2009.
8. Гиошон Ж., Гийемен К. Количественная газовая хроматография для лабораторных анализов и промышленного контроля (в 2-х книгах). Пер. с англ. –М., Мир, 1991
9. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, В.П. Савостин 3-е издание (электронное). – М.: Лаборатория знаний. – 2015. – 246с.
10. ГОСТ Р ИСО 5725.1–2002 Государственная система обеспечения единства измерений Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.

б) дополнительная литература:

1. РМГ 61–2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности, методик количественного химического анализа. Методы оценки.
2. РМГ 76–2014 Государственная система обеспечения единства измерений. «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа».
3. Р 50.2.060–2008 Государственная система обеспечения единства измерений. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям.
4. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
5. Р 50.2.011–2005 Государственная система обеспечения единства измерений. «Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу и физико-химическим свойствам) посредством межлабораторных сличений»
6. Колмановский В.И. Методическое руководство по курсу «Метрология для химиков». Ч.1. Н. Новгород, 2006.

в) электронные ресурсы:

Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ <http://www.lib.tsu.ru/>

Электронный каталог Научной библиотеки МГУ <http://www.msu.ru/libraries/>

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/>

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Комплект оценочных средств

Промежуточная аттестация по теоретическому блоку подготовки проводится в форме письменной контрольной работы, в которой слушателям предлагается решить несколько расчетных задач и ответить на теоретические вопросы в форме теста.

Примеры расчетных заданий

1. Определить массовую долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площадь хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно: 80 мВ·с и 1,23 %/мВ·с, 40 мВ·с и 1,15 %/мВ·с.

2. На хроматограмме обнаружены пики метанола, этанола и н-пропанола. Высота пиков равна соответственно 37, 184 и 17 мВ. Ширина пиков на половине высоты 28, 84, и 24 с соответственно. Рассчитать процентное содержание компонентов в смеси.

3. На хроматограмме обнаружены пики о-ксилола, 1-этил-2-метилбензола, 1-изопропил-3-метилбензола, а также кумола. Высота пиков равна соответственно 128, 253, 27 и 58 мВ. Ширина пиков на половине высоты 2.4, 5.8, 2.7 и 4.9 мин соответственно. Рассчитать процентное содержание компонентов в смеси.

4. Реакционную массу 12,7500 г после нитрования толуола проанализировали методом газожидкостной хроматографии с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта в количестве 1,2500 г. Определить массовую долю (%) непрореагировавшего толуола по следующим данным:

Компонент	Толуол	Этилбензол
Площадь пика, мВ·с	307	352
Поправочный коэффициент, мВ·с	1,01	1,02

5. В образце крови пациента, страдающего кетозом (избыточным образованием кетоновых тел), определяли содержание ацетона методом газовой хроматографии. Степень извлечения ацетона из 4,00 мл крови в 25,00 мл CHCl_3 равна 97 %. После введения в хроматограф 5,00 мкл полученного экстракта на хроматограмме наблюдали пик площадью 70,0 мВ·с. При введении в ту же колонку 5,00 мкл стандарта, содержащего 61,1 мкг ацетона в 10,0 мл CHCl_3 площадь пика ацетона была равна 44,0 мВ·с. Рассчитать содержание ацетона в образце крови пациента.

6. На хроматограмме пентана и гексана время удерживания соединений соответственно 0,6 и 0,9 мин. Ширина пиков на половине высоты равна 4,7 с для пентана и 6,8 с для гексана. Рассчитать разрешение компонентов (R_s).

Примеры тестов

1. Процессы, происходящие в колонке, во время газохроматографического анализа:
 1. физическая сорбция-десорбция
 2. ионизация
 3. несколько процессов одновременно: сорбция, десорбция, ионизация
2. Выберите детектор для определения углеводородного распределения в образце:
 1. пламенно-ионизационный
 2. пламенно-фотометрический
 3. азотно-фосфорный
3. Температура испарителя должна быть:
 1. не более чем на 20 °С выше, чем максимальная рабочая температура колонки
 2. в два раза выше, чем максимальная рабочая температура колонки
 3. минимум в три раза выше, чем максимальная рабочая температура колонки
4. С помощью детектора по теплопроводности (ДТП) можно определять:
 1. газы, которые входят в состав воздуха
 2. углеводороды
 3. вода
 4. все вышеперечисленное
5. При анализе следового содержания компонента в матрице используют следующий режим испарителя:
 1. Прямой ввод;
 2. Ввод с делением потока;
 3. Ввод без деления потока;
 4. Либо прямой ввод, либо без деления потока, в зависимости от устройства испарителя.

Зачет по теоретическому блоку программы получает обучающийся, набравший за результаты письменной работы не менее 60% баллов от максимально возможных

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА «Лаборант-хроматографист»

Рабочая программа практического обучения является частью основной программы профессионального обучения по квалификации (профессии) «Лаборант физико-химических исследований» и определяет результаты, содержание и условия обучения, обеспечивающие освоение вида деятельности (ВД) в области химического и физико-химического анализа веществ и материалов различной природы.

Результатом освоения программы практической подготовки является овладение обучающимися знаниями и умениями:

Код	Наименование результата обучения
уметь:	
У1	организовывать рабочее место
У2	производить подготовку лабораторной посуды, специального оборудования, реактивов
У3	контролировать условия окружающей среды с записью в журнале
У4	проверять сроки действия поверки средств измерений
У5	проверять сроки действия применяемых стандартных образцов, химических реактивов и растворов
У6	обрабатывать результаты измерений в соответствии с градуировочными параметрами оборудования и условиями измерений
У7	осуществлять статистическую обработку информации
У8	запускать оборудование или переводить его в рабочий режим
У9	подготавливать растворы (градуировочные растворы, растворы реактивов)
У10	получать и доставлять химические реактивы, вспомогательные материалы
У11	корректно оформлять протокол (акт) испытаний в соответствии с утверждённой процедурой
знать:	
З1	правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования
З2	требования, предъявляемые к реактивам, классификацию и маркировку реактивов
З3	назначение и классификацию лабораторной посуды
З4	правила обращения с опасными веществами
З5	теоретические основы аналитической химии и методы определения основных показателей
владеть:	
В1	программным обеспечением для работы с газовым хроматографом
В2	навыками проведения качественного и количественного анализа веществ и материалов физико-химическими методами

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

№, наименование темы	Содержание лекций (кол-во часов)	Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов)	Виды СРС (кол-во часов)
Тема 1. Техника безопасности при работе в химической лаборатории		Устройство лаборатории, организация труда, правила техники безопасности при работе в лаборатории. (2 ч)	1. Прохождение теста 2. Изучение инструкций (1 ч)
Тема 2. Подготовка посуды к проведению газохроматографического анализа		Практическая работа: лабораторная посуда, весы и правила взвешивания, химические реактивы, их хранение и маркировка; основные операции техники лабораторных работ: дистилляция, центрифугирование, фильтрование (4 ч)	Изучение рекомендованной литературы (1 ч)
Тема 3. Приготовление стандартных и градуировочных растворов		Способы выражения концентрации растворов. Построение градуированного графика. Расчет основных характеристик (4 ч)	Оформление расчета (2 ч)
Тема 4. Работа на ГХ-ПИД		Построение градуировочного графика. (36 ч)	Подготовка отчета по лабораторной работе (6 ч)
Тема 5. Работа на ГХ-ДТП		Градуировка детектора по теплопроводности. Построение градуировочного графика. (8 ч)	Подготовка отчета по лабораторной работе (1 ч)
Тема 6. Проведение анализа простых смесей		Лабораторная работа: Определение содержания примесей ацетилацетона и содержания основного вещества (8 ч) (ГОСТ 10259)	Подготовка отчета по лабораторной работе (1 ч)
Тема 7. Стажировка		Выполнение анализа по разработанным методикам анализа (16 ч)	Формирование отчета анализа (2 ч)

Материально-технические условия реализации программы:

Обучение по программе реализовано в очном формате на базе аналитических лабораторий. Лаборатории оснащены лабораторной мебелью, посудой, оборудованием и химическими реактивами, необходимыми для выполнения запланированных в рабочей программе лабораторных работ (газовый хроматограф, весы неавтоматического действия высокого класса точности, колбы мерные, пипетки градуированные, пипетки с одной отметкой, термогигрометр, полипропиленовая тара для хранения реактивов, холодильник бытовой, рН-метр, кондуктометр, система очистки воды Milli-Q). Обучающиеся получают доступ к печатным и (или) электронным образовательным и информационным ресурсам программ, по которым они проходят обучение. Печатные и (или) электронные образовательные и информационные ресурсы укомплектованы учебно-методическими материалами, в т.ч. печатными и (или) электронными учебными изданиями (включая учебники и учебные пособия), видеоматериалами, методическими пособиями, распечатками, вспомогательной и справочной информацией, ссылками на ресурсы в сети.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:

Методические рекомендации и пособия по изучению курса.

Программа реализуется в формате очного обучения, предусматривающего групповую и индивидуальную работу слушателей. Для организации работы слушателей используются конспекты лекций, практические задания с подробными пошаговыми инструкциями.

Литература

а) основная литература:

1. Яшин Я.И., Яшин Е.Я., Яшин А.Я. Газовая хроматография. Транслит. 2009.
2. Кольб Б. Газовая хроматография с примерами и иллюстрациями. Учебник. Пер с нем. Самара. 2007.
3. Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. М. МГУ, 2007.
4. Царев И.Н., Царев В.И., Катраков И.Б. Практическая газовая хроматография. Барнаул. 2000.
5. Руденко Б.А., Руденко Г.И. Высокоэффективные хроматографические процессы. Т.1. Газовая хроматография.-М., Наука, 2003.
6. Коган Л.А.. Количественная газовая хроматография. Химия.1975.
7. Мак-Махон Дж.. Аналитические приборы. Руководство по лабораторным, портативным и миниатюрным приборам. Пер. с англ. Под ред. Л.Н.Москвина.М.Профессия.2009.
8. Гишон Ж., Гийемен К. Количественная газовая хроматография для лабораторных анализов и промышленного контроля (в 2-х книгах). Пер. с англ. –М., Мир, 1991
9. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, В.П. Савостин 3-е издание (электронное). – М.: Лаборатория знаний. – 2015. – 246с.
10. ГОСТ Р ИСО 5725.1–2002 Государственная система обеспечения единства измерений Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.
11. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, В.П. Савостин 3-е издание (электронное). – М.: Лаборатория знаний. – 2015. – 246с.
12. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ М.: Издательство: «Химия» 1973

б) дополнительная литература:

1. РМГ 61–2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности, методик количественного химического анализа. Методы оценки.

2. РМГ 76–2014 Государственная система обеспечения единства измерений. «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа».
3. Р 50.2.060–2008 Государственная система обеспечения единства измерений. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям.
4. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
5. Р 50.2.011–2005 Государственная система обеспечения единства измерений. «Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу и физико-химическим свойствам) посредством межлабораторных сличений»
6. Колмановский В.И. Методическое руководство по курсу «Метрология для химиков». Ч.1. Н.Новгород, 2006.
7. ПНД Ф 13.1:2:3.24-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации индивидуальных парафиновых углеводородов C6-C10 в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии.
8. ПНД Ф 13.1:2:3.25-99. Методика выполнения измерений массовой концентрации предельных углеводородов C1-C10 (суммарно), непредельных углеводородов C2-C5 (суммарно) и ароматических углеводородов (бензола, толуола, этилбензола, ксилолов, стирола) при их совместном присутствии в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии.
9. ПНД Ф 13.3.18-98. Методика выполнения измерений массовых концентраций ацетона, этилацетата, толуола, бутилацетата, м-, п-ксилола в пробах атмосферного воздуха газохроматографическим методом.
10. МУК 4.1.1957-05. Газохроматографическое определение винилхлорида и ацетальдегида в атмосферном воздухе
11. МУК 4.1.619-96 Методические указания по газохроматографическому определению меркаптанов (метил-, этил-, пропил-, бутил-меркаптанов) в атмосферном воздухе.
12. ГОСТ 31858-2012. Вода питьевая. Метод определения содержания хлорорганических пестицидов газожидкостной хроматографией
13. ГОСТ 23452-2015. Молоко и молочные продукты. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов.
14. ГОСТ 32122-2013. Масла растительные. Определение хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии.
15. ГОСТ 30349-96. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов.
16. ГОСТ 31663-2012. Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот.
17. ГОСТ 31754-2012. Масла растительные, жиры животные и продукты их переработки. Методы определения массовой доли трансизомеров жирных кислот.
18. ГОСТ 32308-2013. Мясо и мясные продукты. Определение содержания хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии.

в) электронные ресурсы:

Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ <http://www.lib.tsu.ru/>

Электронный каталог Научной библиотеки МГУ <http://www.msu.ru/libraries/>

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 OneNote, 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/>

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Комплект оценочных средств

Промежуточная аттестация блока практического обучения проводится на основании суммирования результатов текущей успеваемости слушателей. В процессе освоения практического блока, обучающиеся выполняют лабораторные и практические работы. По лабораторным работам слушатели должны представить отчет, оформленный по требованиям (приложение 1).

Зачет по практическому обучению выставляется, если слушатель выполнил и защитил не менее 60% заданий практического блока.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

для проверки знаний, полученных в процессе обучения рабочих по профессии «Лаборант физико-химических исследований».

Задания теоретической части экзамена

1. Перечислите основные типы газов для ГХ-анализа, источники газов и требования к ним.
2. Основные принципы хроматографии. Что такое сорбция и десорбция? Основные допущения теории Ленгмюра.
3. Молекулярно-кинетическая теория, уравнение Ван-Деемтера. Какие процессы происходят в хроматографической колонке? Уравнение Голя для капиллярных колонок.
4. Теория теоретических тарелок Мартина и Снджа. От каких параметров зависит разрешение между двумя пиками?
5. В чем отличие насадочных и капиллярных колонок для ГХ. Назовите основные сорбенты и типы межмолекулярных взаимодействий при разделении веществ на колонке.
6. Влияние температуры на хроматографический процесс. В чем отличие изотермического и градиентного режимов.
7. Чем отличается режим работы испарителя с делением потока и без деления? Для каких объектов применяют режим с делением потока?
8. Опишите принцип работы пламенно-ионизационного детектора. К какому типу детекторов относится, для каких объектов применяют?
9. Принцип работы детектора по теплопроводности, устройство и область применения.

10. Какие основные методы качественного анализа применяют в ГХ? Как рассчитывается линейный индекс удерживания компонента?
11. Перечислите методы количественного расчета в ГХ. В каком случае допускается проводить расчет методом внутренней нормализации?
12. Что такое линейный динамический диапазон детектора? Как данный параметр влияет на вид градуировочного графика? Особенности построения градуировочного графика пламенно-ионизационного детектора для вещества. В чем заключается отличие в расчете содержания веществ с использованием метода одноточечной и абсолютной калибровки?
13. Конструкция системы ввода пробы в газовый хроматограф. Как агрегатное состояние образца влияет на способ ввода пробы? Способы дозирования газовых проб.
14. Источники газов в газовой хроматографии, рабочее давление для газов. В каком случае не допускается работа на газовом хроматографе?
15. Как оценивают пригодность хроматографических условий анализа? Напишите формулы расчета числа теоретических тарелок, фактора асимметрии, разрешения между пиками
17. Как правильно отобрать пробу? Что делать, если проба неомогенная?
18. Перечислите ключевые способы пробоподготовки для нелетучих объектов.

Задания практической части экзамена

1. СТО ТГУ МИ.177-2023 Методика измерения массовых долей примесей и бета-пропилактона в пробе продукта бета-пропиолактона методом газовой хроматографии.
2. СТО ТГУ МИ.202-2024 Методика измерений массовой доли основного вещества и массовой доли гамма-бутиролактона методом газовой хроматографии.
3. ГОСТ 10259. Реактивы. Ацетилацетон. Технические условия.
4. М 068.01-33101-24. Полиизобутилен. Методика измерений массовой доли диизопропилового эфира методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором.