

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО УЧРЕЖДЕНИЕ
«ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ»

Принята на заседании
педагогического совета

Протокол № 5 от 15.05 2025г.

УТВЕРЖДЕНА

Приказ № 036/09 от 10.05 2025г.

Директор Санкт-Петербургского
Пожарно-спасательного колледжа

 С.В. Шарпов

Дополнительная общеразвивающая программа

**«МОЛОДЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЫ:
ЛАБОРАНТ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА»**

Срок освоения: *4 месяца*

Возраст обучающихся: *15-22 года*

Разработчик:

Шилова Юлия Сергеевна

педагог дополнительного образования

Методист:

Какунина Галина Владимировна

Дополнительная общеразвивающая программа «Молодые профессионалы: лаборант химического анализа» разработана в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.2012 (с изменениями) и с учетом действующих нормативно-правовых документов и локальных актов образовательного учреждения.

Дополнительная общеразвивающая программа «Введение в профессию лаборанта» социально-гуманитарной направленности.

Адресат

Программа рассчитана на обучающихся в возрасте от 15 до 22 лет, проявляющих интерес к занятиям по аналитической химии.

Актуальность программы

Работа лаборанта химического анализа является основой качества производимой продукции во многих отраслях промышленности: химической, нефтехимической, лакокрасочной, фармацевтической и др. Химический анализ необходим для контроля соответствия свойств входного сырья, промежуточных продуктов технологического процесса и готовой продукции существующим нормативам.

Будущий лаборант химического анализа сможет заниматься выполнением лабораторных анализов, испытаний, измерений, направленных на определение качественного химического состава вещества и количественных соотношений в нем химических элементов и соединений.

Отличительной особенностью программы

Является её направленность на развитие профессионального мастерства. Лаборант химического анализа должен уметь грамотно эксплуатировать оборудование химико-аналитической лаборатории; проводить анализ неорганических и органических веществ в соответствии с нормативными документами; проводить обработку результатов анализа, в частности с использованием аппаратно-программного обеспечения.

Уровень освоения — общекультурный.

Объем и срок освоения.

Программа рассчитана на 96 часов.

Режим занятий 2 раза в неделю по 3 часа

Цель

Сформировать навыки самостоятельной работы в химико-аналитической лаборатории для профессионального развития в области аналитической химии.

Задачи

Обучающие:

- освоить работу с химической посудой (стеклянной, керамической, полимерной) и с химическим оборудованием, в частности проводить их калибровку;
- освоить методы и методики проведения химического и физико-химического анализов неорганических и органических веществ с применением нормативных документов;
- освоить обработку результатов анализа с помощью инженерных

расчетов из аналитической химии и запись результатов в соответствии с нормативными документами.

Развивающие:

- понимать основные законы химии и реакции, протекающие на их основе;
- уметь интерпретировать результаты анализа и делать на их основе грамотный вывод.

Воспитательные:

- воспитывать личностные качества обучающихся, способствующие развитию интереса к химическим наукам, в том числе к аналитической химии;
- воспитывать ответственность и аккуратность к работе.

Планируемые результаты освоения

В ходе освоения программы, обучающиеся должны достичь следующих результатов:

Предметные:

Обучающиеся должны знать:

- принцип работы с химической посудой (стеклянной, керамической, полимерной) и с химическим оборудованием;
- основные методы и методики проведения химического и физико-химического анализов неорганических и органических веществ;
- основные законы химии, формулы веществ и уравнения реакций из аналитической химии для проведения инженерных расчетов результатов анализа.

Обучающиеся должны уметь:

- самостоятельно выбирать химическую посуду и оборудование для проведения анализа; проводить калибровку оборудования в соответствии с паспортом оборудования;
- проводить анализ в соответствии с методикой;
- обрабатывать полученные результаты с применением аппаратно-программного оборудования.

Метапредметные:

Регулятивные:

- определять и формулировать цель деятельности на занятии с помощью педагога, а далее самостоятельно;
- проговаривать последовательность действий;
- учиться высказывать своё предположение (версию) на основе данного задания, учить работать по предложенному педагогом плану, а в дальнейшем уметь самостоятельно планировать свою деятельность.

Познавательные:

- получать новые знания, находить ответы на вопросы, используя разные источники информации, свой жизненный опыт и информацию, полученную на занятии;
- анализировать полученную информацию, делать выводы в результате индивидуальной работы.

Коммуникативные:

- уметь донести свою позицию до других, оформлять свою мысль, слушать и понимать речь других;
- научиться совместно договариваться о правилах общения и поведения в дисциплине и следовать им;
- научиться выполнять различные роли в группе (лидера, исполнителя, критика).

Личностные:

определять и высказывать простые и общие для всех людей правила поведения при сотрудничестве (этические нормы) в предложенных педагогом ситуациях общения и сотрудничества, опираясь на общие для всех простые правила поведения, делать выбор, при поддержке других участников группы и педагога, как поступить.

Организационно-педагогические условия реализации:

Язык реализации: Государственный язык Российской Федерации - русский.

Форма обучения: очная.

Форма организации деятельности — групповая.

Особенности реализации.

В основу отбора и систематизации материала содержания программы положены принципы комплексности, преемственности и вариативности. Принцип комплексности программы выражен в теснейшей взаимосвязи всех сторон учебно-тренировочного процесса: теоретической, практической, психологической подготовки, педагогического контроля.

Условия набора.

Для обучения по программе принимаются все желающие, согласно Уставу и соответствующим локальным актам образовательного учреждения.

Наполняемость групп: 1 год — 15 человек.

Форма организации и проведения занятий.

Занятия в объединении проводятся по группам и могут быть как аудиторные, так и внеаудиторные. Определяющей формой организации образовательного процесса по программе является групповая работа, в т.ч. в парах, направленная на практическое овладение необходимыми навыками.

Материально-техническое оснащение.

Для проведения занятий в учреждении используется учебная аудитория; компьютерный класс; химическая лаборатория, в которой используются:

- лабораторные столы и стулья;
- комплект посуды (стеклянной, керамической, полимерной, в том числе мерной) для выполнения качественного и количественного анализов;
- вытяжная и приточная вентиляция;
- аналитические весы;
- техно-химические весы;
- сушильный шкаф;
- химические реактивы;
- сейф и шкафы для хранения сухих реактивов, жидкостей и их растворов;

- рН-метры;
- спектрофотометр;
- кондуктометры.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ (15 ЧАСОВ)					
1.	Вводное занятие. Виды лабораторной посуды и техника работы с ней.	3	3		Тест опрос
	Проверка вместимости мерной посуды	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Взятие навесок на технических и аналитических весах.	6		6	Отчет о лабораторной работе
	Калибровка рН-метра по буферным растворам	3		3	Отчет о лабораторной работе
ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА (30 ЧАСОВ)					
2.	Сущность титриметрического анализа. Основные понятия.	3	3		Тест опрос
	Способы выражения концентрации раствора	3	3		Тест опрос
	Правила округления результатов измерений по ГОСТ Р 8.736-2011	3	3		Тест опрос
	Приготовление стандартных растворов из стандарт-титра (фиксанала) и по точной навеске. Приготовление разбавленных растворов из концентрированных	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Стандартизация раствора трилона Б	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Комплексонометрический метод определения общей жесткости воды	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Комплексонометрический метод определения содержания металлов в анализируемой смеси	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Комплексонометрический метод определения содержания основного вещества ГОСТ 10398-2016	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Определение кислот при совместном присутствии титриметрическим методом	3		3	Отчет о лабораторной работе

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА (33 ЧАСА)					
3.	Теоретические основы потенциометрии.	3	3		Тест опрос
	Определение содержания карбонатов потенциометрическим методом	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Определение свободной и общей щелочности в минеральной воде потенциометрическим методом	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Определение содержания смеси кислот методом потенциометрического титрования	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Определение ортофосфорной кислоты потенциометрическим титрованием	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Кондуктометрическое титрование и его особенности.	3	3		Тест опрос
	Анализ смеси соды и щелочи кондуктометрическим титрованием	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Кондуктометрический анализ смеси галогенидов	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Кондуктометрический анализ смеси кислоты и ее соли	3		3	Отчет о лабораторной работе
ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА (24 ЧАСОВ)					
4.	Теоретические основы фотометрических методов	3	3		Тест опрос
	Определение меди в виде аммиаката фотометрическим методом	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Фотометрическое определение дихромат- и перманганат – ионов при их совместном присутствии в растворе	3		3	Отчет о лабораторной работе
	Фотометрический метод определения ортофосфатов	3		3	Отчет о лабораторной работе
ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА (12 ЧАСОВ)					
5.	Теоретические основы хроматографии.	3	3		Тест опрос
	Ионообменная хроматография, Сущность метода	3	3		Тест опрос
	Определение концентрации меди (II) фотометрическим методом и предварительным концентрированием методом	3		3	Отчет о лабораторной работе

	ионообменной хроматографии				
6.	КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНАЯ РАБОТА – 6 ЧАСОВ				
	Зачетная работа	6	0	6	зачет
Всего часов		96	27	69	

Рабочая программа

«Молодые профессионалы: лаборант химического анализа»

Содержание

1. **Вводное занятие.** Инструктаж по технике безопасности.
Теория. Рассмотрение видов лабораторной посуды и техники работы с ней.
2. **ТЕМА Проверка вместимости мерной посуды.**
Практика. Выполнение лабораторной работы по калибровке мерной колбы, пипетки, бюретки.
3. **ТЕМА Взятие навесок на технических и аналитических весах.**
Практика. Выполнение лабораторной работы по взятию навесок сыпучих веществ на технических весах с погрешностью $\pm 0,01$ г и на аналитических весах с погрешностью $\pm 0,0001$ г
4. **ТЕМА Калибровка рН-метра по буферным растворам**
Практика. Выполнение лабораторной работы по калибровке рН-метра в соответствии с паспортом прибора
5. **ТЕМА Сущность титриметрического анализа. Основные понятия.**
Теория. Изучение основ титрования
6. **ТЕМА Способы выражения концентрации раствора**
Теория. Изучение основных формул для нахождения массовой доли, молярной и эквивалентной концентрации
7. **ТЕМА Правила округления результатов измерений по ГОСТ Р 8.736-2011**
Теория. Изучение нормативного документа
8. **ТЕМА Приготовление стандартных растворов из стандарт-титра (фиксанала) и по точной навеске. Приготовление разбавленных растворов из концентрированных**
Практика. Выполнение лабораторной работы по приготовлению растворов и определению их концентраций
9. **ТЕМА Стандартизация раствора трилона Б**
Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентрации и поправочного коэффициента раствора трилона Б
10. **ТЕМА Комплексометрический метод определения общей жесткости воды**
Практика. Выполнение лабораторной работы по определению общей жесткости воды
11. **ТЕМА Комплексометрический метод определения содержания металлов в анализируемой смеси**
Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций катионов металлов, образующих комплексоны с трилоном Б, при их совместном существовании
12. **ТЕМА Комплексометрический метод определения содержания основного вещества ГОСТ 10398-2016**
Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций

катиона металла, образующего комплексонат с трилоном Б

13. ТЕМА Определение кислот при совместном присутствии титриметрическим методом

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций кислот при их совместном содержании кислотно-основным титрованием

14. ТЕМА Теоретические основы потенциометрии

Теория. Изучение процессов, лежащих в основе потенциометрии

15. ТЕМА Определение содержания карбонатов в пробе потенциометрическим методом

Практика. Выполнение лабораторной работы по нахождению концентрации карбонатов в растворе потенциометрическим титрованием

16. ТЕМА Определение свободной и общей щелочности в минеральной воде потенциометрическим методом

Практика. Выполнение лабораторной работы по анализу минеральной воды на щелочность

17. ТЕМА Определение содержания смеси кислот методом потенциометрического титрования

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций кислот при их совместном присутствии в растворе

18. ТЕМА Определение ортофосфорной кислоты потенциометрическим титрованием

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций ортофосфорной кислоты

19. ТЕМА Кондуктометрическое титрование и его особенности.

Теория. Изучение процессов, лежащих в основе кондуктометрии

20. ТЕМА Анализ смеси соды и щелочи кондуктометрическим титрованием

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций соды и щелочи кондуктометрическим титрованием

21. ТЕМА Кондуктометрический анализ смеси галогенидов

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций галогенид-ионов кондуктометрическим титрованием

22. ТЕМА Кондуктометрический анализ смеси кислоты и ее соли

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций кислоты и ее соли кондуктометрическим титрованием

23. ТЕМА Теоретические основы фотометрических методов

Теория. Изучение закона, лежащего в основе фотометрии

24. ТЕМА Определение меди в виде аммиаката фотометрическим методом

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентрации меди фотометрическим методом

25. ТЕМА Фотометрическое определение дихромат- и перманганат – ионов при их совместном присутствии в растворе

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентраций дихромат- и перманганат-ионов фотометрически

26. ТЕМА Фотометрический метод определения ортофосфатов

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентрации ортофосфатов фотометрически

27. ТЕМА Теоретические основы хроматографии

Теория. Рассмотрение процессов, лежащих в основе хроматографии

28. ТЕМА Ионообменная хроматография, Сущность метода

Теория. Изучение процесса сорбции и сорбентов

29. ТЕМА Определение концентрации меди (II) фотометрическим методом и предварительным концентрированием методом ионообменной хроматографии

Практика. Выполнение лабораторной работы по определению концентрации меди (II) фотометрическим методом и предварительным концентрированием методом ионообменной хроматографии

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ВИД КОНТРОЛЯ	ЦЕЛЬ КОНТРОЛЯ	МЕТОДЫ И ФОРМЫ	СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ	ОТСЛЕЖИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ
Предварительный	Определить уровень начальной подготовки обучающихся	Выполнение контрольных норм. Тестов	Сентябрь	Согласно подготовленности обучающегося спланировать учебный и индивидуальный план
Текущий	По результатам скорректировать программу	Выполнение контрольных норм. Тестов	Октябрь	Внести изменения, добавления
Итоговый	Определить результат учебной деятельности	Выполнение контрольных нормативов	Декабрь	Внести корректировку в УП по итогам диагностирования обучающихся

Программа предусматривает промежуточную и итоговую аттестацию.

В начале года проводится входное тестирование. Промежуточная аттестация проводится в виде текущего контроля в течение всего учебного года.

Итоговая аттестация проводится в конце учебного года обучения и предполагает зачет в форме практико-ориентированного задания. Итоговый контроль проводится с целью определения степени достижения результатов обучения и получения сведений для совершенствования программы и методов обучения.

Контрольные испытания

Комплексонометрический метод определения содержания металлов в анализируемой смеси

К навеске ($0,5000 \pm 0,0005$) г анализируемой смеси (смесь солей висмута и свинца) добавляют $4,50 \text{ см}^3$ раствора азотной кислоты с массовой долей 25%,

суспензию количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100,00 см³, перемешивают до полного растворения навески и доводят объем раствора дистиллированной водой до метки. В коническую колбу вместимостью 250 см³ отбирают 25,00 см³ полученного раствора, добавляют 75,0 см³ воды, прибавляют приблизительно 0,2 г индикаторной смеси ксиленолового оранжевого и титруют из бюретки раствором Трилона Б молярной концентрации С(ди-На-ЭДТА)=0,025 моль/дм³ до перехода розовой окраски раствора в желтую, устойчивой в течении 1 минуты. По бюретке фиксируют объем (V_1) пошедший на титрование висмута.

Затем добавляют 10,00 см³ буферного раствора II и продолжают титрование до перехода розовой окраски раствора в лимонно-желтую. По бюретке фиксируют объем (V_2) пошедший на титрование.

Массовую долю висмута в анализируемой смеси (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot V_1 \cdot A \cdot K \cdot C \cdot 100}{V_a \cdot m \cdot 1000}, \quad (2)$$

где V - общий объем раствора анализируемой смеси, см³;

A - молярная масса определяемого элемента, г/моль;

K - коэффициент поправки для раствора Трилона Б с молярной концентрацией С(ди-НаЭДТА)=0,025 моль/дм³;

C - молярная концентрация раствора Трилона Б, моль/дм³;

V_a - объем части раствора (аликвота) анализируемой смеси, взятой для титрования, см³;

m - масса навески анализируемой смеси, г.

Массовую долю свинца в анализируемой смеси (Y) в процентах вычисляют по формуле

$$Y = \frac{V \cdot (V_2 - V_1) \cdot A \cdot K \cdot C \cdot 100}{V_a \cdot m \cdot 1000}, \quad (3)$$

Вычисления проводят для каждой из двух параллельных проб, получая $X_1(Y_1)$ и $X_2(Y_2)$ соответственно.

За результат измерения массовой доли висмута (\bar{X}), %, принимают среднее арифметическое значение двух результатов параллельных определений, полученных в условиях повторяемости X_1 и X_2

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad (4)$$

для которых выполняется условие:

$$|X_1 - X_2| \leq 0,01 \cdot r \cdot \bar{X}, \quad (5)$$

где r - предел повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных определений, полученных в условиях повторяемости при $P = 0,95$), $r = 5$ %.

За результат измерения массовой доли свинца (\bar{Y}), %, принимают среднее

арифметическое значение двух результатов параллельных определений, полученных в условиях повторяемости Y_1 и Y_2

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2}{2}, \quad (6)$$

для которых выполняется условие:

$$|Y_1 - Y_2| \leq 0,01 \cdot r \cdot \bar{Y}, \quad (7)$$

где r – предел повторяемости (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных определений, полученных в условиях повторяемости при $P = 0,95$), $r = 5\%$.

Результат измерений массовой доли висмута представляют в виде:

$$(\bar{X} \pm \Delta), \% \text{ при } P=0,95$$

где \bar{X} - результат измерений висмута, %;

Δ - характеристика погрешности измерений массовой доли висмута, %, при $P=0,95$.

Значение Δ , %, рассчитывают по формуле

$$\Delta = 0,01 \cdot \delta \cdot \bar{X} \quad (8)$$

где δ - относительная погрешность измерения массовой доли висмута, $\delta = 10\%$.

Результат измерений массовой доли свинца представляют в виде:

$$(\bar{Y} \pm \Delta), \% \text{ при } P=0,95$$

где \bar{Y} - результат измерений свинца, %;

Δ - характеристика погрешности измерений массовой доли свинца, %, при $P=0,95$.

Значение Δ , %, рассчитывают по формуле

$$\Delta = 0,01 \cdot \delta \cdot \bar{Y} \quad (9)$$

где δ - относительная погрешность измерения массовой доли свинца, $\delta = 10\%$.

Результаты округляют в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

Ожидаемые результаты:

Провести определение висмута и свинца в пробе таким образом, чтобы относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами параллельных определений, полученных в условиях повторяемости при $P = 0,95$ не превышало 5%. Оформить результаты анализа в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011. Сравнить результаты с заданным лаборантом значением. Если будут расхождения, объяснить их.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

Список литературы

1. Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию : учебное пособие / Ю. А. Золотов. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2024. — 266 с
2. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2025 - 533 с.
3. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2025 – 344 с.