



**Программа дополнительного образования**

**Программа дополнительного профессионального образования**

**Программа повышения квалификации**

«Высокоэффективная жидкостная хроматография: основы метода,  
техника выполнения измерений, практикум»

Санкт-Петербург  
2022

РАЗРАБОТАНО

Начальник лаборатории

  
В.М.Тихомиров

УТВЕРЖДЕНО

Генеральный директор

ООО «Нордвестлаб»  
  
Д.С.Яковлева  
Приказ «30» марта 2022 г. № 01/ОД



Программа дополнительного образования

Программа дополнительного профессионального образования

Программа повышения квалификации

«Высокоэффективная жидкостная хроматография: основы метода, техника выполнения измерений, практикум»

Санкт-Петербург  
2022

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Высокоэффективная жидкостная хроматография: основы метода, техника выполнения измерений, практикум» разработана начальником лаборатории Общества с ограниченной ответственностью «Нордвестлаб» (далее – Общество). Настоящая образовательная программа утверждена генеральным директором Общества.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1. Нормативные документы для разработки дополнительной профессиональной программы повышения квалификации**

Образовательная программа дополнительного профессионального образования повышения квалификации «Высокоэффективная жидкостная хроматография: основы метода, техника выполнения измерений, практикум» разработана на основе следующих нормативных документов:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденным Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников в сфере здравоохранения, утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 23.07.2010 № 541н.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников организаций атомной энергетики", утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 10.12.2009 № 977

Образовательная программа дополнительного профессионального образования повышения квалификации оформлена в соответствии с требованиями:

- ✓ статьи 12 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации».
- ✓ приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».
- ✓ приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

### **1.2. Цель повышения квалификации**

Целью образовательной программы дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации является совершенствование и актуализация компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации сотрудников исследовательских, производственных, аналитических, химико-аналитических, спектральных, хроматографических, ветеринарных лабораторий, специалистов в области аналитической химии, проводящих анализы и испытания, а также лиц, получающих среднее профессиональное образование и (или) высшее образование в данных отраслях науки, знакомство с новыми видами современных лабораторных исследований, инструментального химического анализа, и технологиями работы с ними, по следующим должностям, но не ограничиваясь:

- заведующий (начальник) научно-исследовательским отделом (лабораторией) учреждения

- научный сотрудник,
- инженер,
- главный инженер,
- инженер-технолог (технолог),
- инженер по охране окружающей среды (эколог)
- судебный эксперт (эксперт-биохимик, эксперт-генетик, эксперт-химик);
- химик-эксперт медицинской организации.
- инженер-химик.

**Программа предназначена для дополнительного профессионального образования лиц, имеющих или получающих среднее профессиональное образование и (или) высшее образование.**

### **1.3. Планируемые результаты освоения программы**

Повышение квалификации работников, занимающих вышеперечисленные должности, направлено на совершенствование и актуализацию необходимых в их деятельности компетенций.

#### **1. Общие компетенции:**

- способность решать профессиональные задачи, проявлять инициативу, принимать оптимальные решения в повседневной деятельности и нестандартных ситуациях, нести за них ответственность.

#### **2. Профессиональные компетенции:**

- знать и уметь применять в профессиональной деятельности основы метода высокоэффективная жидкостная хроматография.
- способность правильно и полно отражать результаты профессиональной деятельности при проведении анализов, получении и интерпретации результатов и проверки правильности измерений.

По результатам освоения образовательной программы дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации «Высокоэффективная жидкостная хроматография: основы метода, техника выполнения измерений, практикум» слушатели должны:

- знать основы теории и основные понятия высокоэффективной жидкостной хроматографии; области применения метода на практике; основные принципы выбора условий измерения; требования к используемым реактивам и расходным материалам; основные узлы оборудования, используемого для анализа; подходы к пробоподготовке образцов.

### **1.4. Форма обучения**

Очная, с применением дистанционных образовательных технологий (с отрывом от работы).

### **1.5. Нормативный срок освоения программы**

Нормативный срок обучения – 3 учебных дня (24 академических часа) на базе полученного / получаемого высшего и (или) среднего профессионального образования.

Нормативный срок освоения программы: – 3 учебных дня (24 академических часа) из них:

- 21 лекционный час,
- 1 час - самостоятельная работа;
- 1 час – консультации/вопросы;
- 1 час - итоговая аттестация.

Режим занятий:

1-ый и 2-ой день - 8 лекционных часов каждый день,

3-й день - 5 лекционных часов, по 1 часу для консультаций, самостоятельной работе и итоговой аттестации.

## **2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

### **2.1. Требования к условиям реализации программы**

Обучение проводится, в том числе в форме трансляции онлайн-лекций на одной из образовательных платформ WEBINAR (ВЕБИНАР). Слушатель имеет возможность участвовать в онлайн-лекциях, обсуждать с преподавателем материал лекции и задавать вопросы с использованием чата на платформе для проведения лекционных занятий в онлайн-режиме (вебинаров).

Также образовательная деятельность обучающихся предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, семинарские занятия, круглые столы, мастер-классы, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, консультации работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

Для всех видов занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Объем аудиторной нагрузки, объем общей учебной нагрузки, соотношение объема занятий, проводимых путем непосредственного взаимодействия педагогического работника с обучающимся, и учебных занятий с применением дистанционных образовательных технологий могут варьироваться в зависимости от состава групп обучаемых и определяются отдельно для каждой группы.

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о квалификации – удостоверение о повышении квалификации.

Все результаты обучения сохраняются в информационной среде на бумажных носителях (договоры, соглашения, удостоверения о повышении квалификации (копии) и т.д.) и электронных носителях на ПК сотрудника компании, осуществляющего административные функции по данному направлению (результаты итоговой аттестации (протоколы комиссии, тестовые задания), сканированные образы документов обучающихся, согласия на обработку персональных данных и т.д.).

## 2.2. Информационное обеспечение образовательного процесса

Для обучающихся по настоящей программе повышения квалификации подготовлены презентации, трансляция которых осуществляется параллельно с лекционными занятиями. По завершению образовательного процесса у слушателей сохраняется доступ к данным материалам (запись онлайн-трансляции).

## 3. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Лекции
Первый день			
1	Основы и современное состояние метода высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), достоинства и недостатки. Основные узлы приборов ВЭЖХ. Моноблочные и блочные приборы. Выбор комплектации хроматографической системы.	4	4
2	Приготовление подвижной фазы, установка и замена колонок и предколонок	2	2
3	Различные режимы хроматографирования	2	2
Второй день			
4	Подвижная фаза, распространенные элюенты, режимы элюирования, характеристики колонок для ВЭЖХ	3	3
5	Влияние ион-парной добавки на разделение смеси водорастворимых витаминов группы В	2	2
6	Качественный и количественный анализ в ВЭЖХ.	3	3
Третий день			
7	Подбор условий, пробоподготовка, диагностика неисправностей	2	2
8	Количественное определение бенз(а)пирена с использованием метода внутреннего стандарта	3	3
9	Самостоятельная работа	1	-

10	Консультация/вопросы	1	-
<b>Всего по курсу обучения</b>		<b>23</b>	<b>21</b>
<b>Итоговая аттестация (в форме тестового задания)</b>		1	-
<b>Итого:</b>		<b>24</b>	<b>21</b>

#### **4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

	<b>1 день</b>	<b>2 день</b>	<b>3 день</b>
Теоретические (лекционные) занятия	8	8	5
Самостоятельная работа	-	-	1
Консультация	-	-	1
Итоговая аттестация (в форме тестового задания)	-	-	1
<b>Всего: 24 часа</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

#### **5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)**

##### 5.1. Теоретические (лекционные) занятия:

5.1.1. Основы и современное состояние метода высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), достоинства и недостатки.

- Основные узлы приборов ВЭЖХ. Моноблочные и блочные приборы. Выбор комплектации хроматографической системы.
- Жидкостная хроматография. Основы и современное состояние метода. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). ВЭЖХ как метод анализа, достоинства и недостатки..
- Основные узлы приборов ВЭЖХ, (насосы, детекторы, краны, дозаторы, инжекторы, термостаты и т.д.), функции и принцип работы.
- Моноблочные и блочные приборы ВЭЖХ, возможности конфигурации.
- Выбор комплектации хроматографической системы для решения задач.

5.1.2. Приготовление подвижной фазы, установка и замена колонок и предколонок

- Нормально-фазовый режим. Особенности и применение. Примеры использования.
- Нормально-фазовая гидрофильная хроматография (HILIC).
- Обращенно-фазовая хроматография. Механизм удерживания и влияние на условия анализа. Подвижные и неподвижные фазы, используемые в обращенно-фазовом режиме.
- Использование буферных растворов. Правила выбора и ограничения.

5.1.3. Различные режимы хроматографирования

- Ион-парная хроматография. Применение ион-парных реагентов.
- Дериватизация, её цели и условия применения.
- Ионообменная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Лигандообменная хроматография.

5.1.4. Подвижная фаза, распространенные элюенты, режимы элюирования, характеристики колонок для ВЭЖХ

- Подвижная фаза в жидкостной хроматографии. Распространенные элюенты – состав, приготовление, применение, хранение, требования к чистоте.
- Изократический и градиентный режимы элюирования.

5.1.5. Влияние ион-парной добавки на разделение смеси водорастворимых витаминов группы В

- Колонки для ВЭЖХ, характеристики: сорбент, применяемый элюент, геометрия, взаимодействие фаз. Срок службы, кондиционирование, хранение и регенерация.
- Хроматографический анализ смеси без использования ион-парного реагента. Хроматографический анализ смеси с использованием ион-парного реагента.

- Хроматографический анализ на примере раствора смеси ароматических соединений. Обработка полученной хроматограммы, построение калибровочной зависимости методом внешнего стандарта, критерии её оценки.
- 5.1.6. Качественный и количественный анализ в ВЭЖХ.
- Качественный анализ в ВЭЖХ. Идентификация пиков на хроматограмме по времени удерживания (спектру), интегрирование пиков (ручное, автоматическое).
  - Количественный анализ в ВЭЖХ. Методы градуировки. Пределы обнаружения и другие метрологические характеристики метода.
- 5.1.7. Подбор условий, пробоподготовка, диагностика неисправностей
- Подбор условий ВЭЖХ: выбор колонки, элюента, влияние на параметры хроматографирования.
  - Пробоподготовка в ВЭЖХ: основные приемы и устройства для пробоподготовки, их особенности и сравнительные характеристики.
- 5.1.8. Количественное определение бенз(а)пирена с использованием метода внутреннего стандарта
- 5.2. Самостоятельная работа с материалами курса;
- 5.3. Консультация перед итоговой аттестацией;
- 5.4. Проведение итоговой аттестации в форме тестовых заданий по результатам освоения образовательной программы

## **6. ФОРМА ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Контроль успеваемости обучающихся по Образовательной программе дополнительного профессионального образования – программе повышения квалификации «Высокоэффективная жидкостная хроматография: основы метода, техника выполнения измерений, практикум» – важнейшая форма контроля образовательной деятельности, включающая в себя целенаправленный систематический мониторинг освоения обучающимися программы повышения квалификации в целях:

- получения необходимой информации о выполнении обучающимися дополнительной профессиональной программы повышения квалификации;
- оценки уровня знаний, умений и приобретенных (усовершенствованных) обучающимися компетенций.

Итоговая аттестация проводится в соответствии с требованиями, установленными Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Освоение дополнительной профессиональной программы повышения квалификации завершается итоговой аттестацией (в форме тестового контроля в электронной форме).

К итоговой аттестации допускаются лица, выполнившие требования, предусмотренные курсом обучения по программе повышения квалификации и успешно прошедшие все промежуточные аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

Первичная оценка результатов итоговой аттестации слушателей (проверка тестовых заданий) осуществляется ответственным административным сотрудником ООО «Нордвестлаб», исполняющим трудовые обязанности в составе Учебного центра. Окончательное решение относительно результатов аттестации принимается комиссией Учебного центра, которое оформляется протоколом с указанием результатов.

Итоговая аттестация проводится в сроки, предусмотренные учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации – удостоверение о повышении квалификации.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию, а также лицам, освоившим часть программы повышения квалификации и (или) отчисленным в ходе освоения программы повышения квалификации, выдается сертификат об обучении или о периоде обучения.

Все результаты итоговой аттестации заносятся в единый журнал (формат таблицы Excel). После успешного прохождения итоговой аттестации слушателям выдается удостоверение о

повышении квалификации по утвержденной ООО «Нордвестлаб» форме. Данные о выданном удостоверении подлежат внесению в ФИС ФРДО.

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **Нормативные правовые акты:**

- Конституция Российской Федерации (официальный текст). [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.consultant.ru/>.
- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденным Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников в сфере здравоохранения, утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 23.07.2010 № 541н.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников организаций атомной энергетики", утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 10.12.2009 № 977

### **Основная литература для лекторов:**

- Вероника Р. Майер. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография, Техносфера 2017, 409 с.
- Джозеф Дж. Киркленд, Джон У. Долан, Ллойд Р. Снайдер. Введение в современную жидкостную хроматографию, Техносфера 2020, 961 с.
- К.С. Сычев. Правильная эксплуатация ВЭЖХ оборудования и колонок, Техносфера 2020, 157 с.
- Х. Хенке. Жидкостная хроматография, Техносфера 2009, 265 с.

### **Основная литература для обучающихся:**

- Монография «Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография», автор: Вероника Р. Майер, дата издания: 2017 г.  
[https://www.academia.edu/30316005/Veronika\\_R\\_Meyer\\_Practical\\_High\\_Performance\\_Liquid\\_Chromatography](https://www.academia.edu/30316005/Veronika_R_Meyer_Practical_High_Performance_Liquid_Chromatography)
- Книга «Практическая Высокоэффективная Жидкостная хроматография». Авторы: Е.Л.Стыскин, Л.Б.Ициксон, Е.В.Брауде, дата издания: 1986 г.  
<http://www.hplc.ru/hplcbook.pdf>
- Сборник практических примеров «Application Handbook Liquid Chromatography», Shimadzu Europa GmbH, дата издания: 2016 г.  
[https://www.shimadzu.co.uk/sites/shimadzu.seg/files/application\\_handbook\\_hplc.pdf](https://www.shimadzu.co.uk/sites/shimadzu.seg/files/application_handbook_hplc.pdf)
- Научная публикация «Introduction to modern liquid chromatography», авторы: Lloyd R. Snyder, Joseph J. Kirkland, дата издания: 2010 г.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9780470508183.fmatter>

## **8. ОСНАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Помещение площадью 39,6 кв. м в ООО «Нордвестлаб», расположенное по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, вн.тер.г.муниципальный округ № 7, Большой пр-кт В.О., д. 80, Литера А, 3 этаж, оф. 313, оснащено следующим оборудованием

- Ноутбук лектора Dell Vostro 3400-7565 i5 1135G7/8Gb/SSD256Gb/14"/WVA/FHD/black – 1 шт.  
Операционная система Windows 10,  
Программное обеспечение Windows  
Характеристики:  
Диагональ экрана в дюймах 14 "  
Разрешение экрана 1920x1080  
Процессор  
Intel Core i5 1135G7  
Количество ядер процессора четырехъядерный  
Процессор, частота 2.4 ГГц (4.2 ГГц, в режиме Turbo)  
Оперативная память 8192 Мб, DDR4, 2666 МГц  
Объем SSD 256 Гб  
Поддержка технологии Wi-Fi  
Поддержка технологии Bluetooth  
Операционная система Linux  
Веб-камера встроенная  
Встроенный микрофон  
Разъем наушники/микрофон- комбинированный разъем  
Акустическая система - стереодинамики.
- Маршрутизатор Wi-Fi роутер MikroTik RB951Ui-2HnD  
Характеристики:  
Входной интерфейс-10/100/1000BASE-TX/SFP  
Название процессора -Atheros AR9344  
Частота процессора -600 МГц  
Количество ядер процессора- одноядерный  
Оперативная память - 128 МБ
- Лекционный и учебно-методический материал в электронном виде (презентации по темам лекций).

## **9.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **9.1. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

1. Принципы, лежащие в основе хроматографического разделения.
2. Классификация хроматографических методов.
3. Основные хроматографические параметры, их физический смысл.
4. Что является качественной характеристикой содержания аналита?
5. Что является количественной характеристикой содержания аналита?
6. Чем характеризуется эффективность хроматографической колонки?
7. Размывание хроматографического пика и факторы, влияющие на него. Уравнение Ван-Деемтера.
8. Основные уравнения расчета параметров хроматограммы.
9. Механизмы разделения, применяемые в высокоэффективной жидкостной хроматографии.
10. Типы элюирования, применяемые в жидкостной хроматографии (изократическое и градиентное).
11. Какие сорбенты и элюенты используются в обращено-фазовом и нормально-фазовом вариантах ВЭЖХ?
12. Принцип лигандообменной хроматографии.
13. Механизм ионообменной хроматографии.

14. Что такое ион-парная хроматография.
15. Сорбенты, наиболее часто используемые в практике хроматографического анализа.
16. Как их получают?
17. Правила эксплуатации колонок с обращенно-фазовыми сорбентами.
18. Основные узлы приборов ВЭЖХ
19. Требования к квалификации используемых реактивов.
20. Способы подтверждения правильности идентификации.
21. Методы количественного анализа.
22. Метод абсолютной калибровки.
23. Метод стандартной добавки.
24. Метод внутреннего стандарта.
25. Метод внутренней нормализации

## **9.2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **1. Что такое время удерживания? Это время ...**

- а) от момента ввода смеси веществ до выхода последнего пика;
- б) от момента ввода анализируемой пробы до регистрации пика;
- в) интервал (в минутах) между пиками двух веществ;
- г) пребывания вещества в подвижной фазе.

### **2. Что является основой количественного анализа в методе абсолютной градуировки?**

- а) отношение между концентрацией вещества и площадью или высотой его пика на хроматограмме;
- б) сравнение формы пиков стандарта и аналита;
- в) введение в аналит известного количества эталонного соединения и расчет по формуле после получения хроматограммы;
- г) расчет площади пика интересующего компонента.

### **3. Какие параметры хроматографического пика используют для количественного анализа?**

- а) площадь;
- б) ширина;
- в) ширина на половине высоты;
- г) время выхода пика;
- д) высота.

### **4. Площадь хроматографического пика характеризует ...**

- а) качественный состав пробы;
- б) количественное содержание аналита;
- в) полноту разделения;
- г) расход подвижной фазы.

### **5. Каким параметром характеризуется эффективность хроматографической колонки?**

- а) устойчивостью неподвижной фазы;
- б) селективностью; в) числом теоретических тарелок;
- г) временем удерживания вещества.

### **6. Что служит качественной характеристикой определяемых веществ?**

- а) число теоретических тарелок;
- б) время удерживания;
- в) разрешение между пиками;
- г) относительное время удерживания.

### **7. Эффективность колонки выражается визуально ...**

- а) шириной пика;
- б) присутствием пиков-наездников;
- в) наклоном или наличием дрейфа базовой линии;

г) наложением хроматограмм веществ А и В.

**8. Площадь хроматографического пика пропорциональна...**

- а) концентрации аналита;
- б) времени удерживания;
- в) скорости подвижной фазы;
- г) числу теоретических тарелок.

**9. Какие требования предъявляются к объекту анализа, чтобы его можно было проанализировать методом жидкостной хроматографии:**

- а) должен растворяться в подвижной фазе;
- б) компоненты образца обратимо взаимодействуют с неподвижной фазой колонки;
- в) аналит должен иметь температуру кипения выше 100° С.

**10. В системе жидкостного хроматографа разделение компонентов на хроматографической колонке проходит**

- а) при нормальном атмосферном давлении
- б) при высоких давлениях (50-500 атм)
- в) при вакуумировании

**11. Градиентное элюирование основано на применении**

- а) подвижных фаз с изменяющимся составом;
- б) высокого давления;
- в) органических растворителей с температурой кипения  $\leq 300^\circ \text{C}$ .

**12. Механизм удерживания в обращенно-фазовой хроматографии можно описать как**

- а) распределение между подвижной и неподвижной фазами
- б) ионный обмен
- в) адсорбция
- г) эксклюзионное взаимодействие

**13. Хроматография, основанная на различной способности разделяемых компонентов вступать в адсорбционные взаимодействия с неподвижной фазой, называется**

- а) обращенно-фазовая хроматография
- б) ионообменная хроматография
- в) нормально-фазовая хроматография
- г) лигандообменная хроматография

**14. В обращенно-фазовой распределительной хроматографии**

- а) сорбент полярный, а элюент неполярный;
- б) сорбент неполярный, а элюент полярный;
- в) сорбент и элюент полярные;
- г) сорбент и элюент неполярные.

**15. Наиболее распространенным механизмом разделения ВЭЖХ является:**

- а) нормально-фазовый;
- б) ионообменный;
- в) обращено-фазовый;
- г) эксклюзионный.

**16. Для веществ, имеющих молекулярную массу более 2000 а.е. используется следующий механизм разделения:**

- а) обращено-фазовый;
- б) эксклюзионный;
- в) ионообменный;
- г) ионообменный.

**17. Работа спектрофотометрического детектора основана на измерении**

- а) поглощения света
- б) преломления света
- в) отражения света
- г) дифракции света

**18. Укажите, какая реакция используется при электрохимическом детектировании:**

- а) замещения
- б) окислительно-восстановительная
- в) обмена лигандами
- г) разложения сложного вещества

**19. Укажите метод, не относящийся к методам количественного определения**

- а) метод нормализации площадей;
- б) метод внутреннего стандарта;
- в) применение веществ-тесторов;
- г) метод абсолютной градуировки.

**20. Инжектор предназначен для:**

- а) ввода пробы в колонку;
- б) детектирования пробы;
- в) разделения компонентов пробы;
- г) пробоподготовки.

**21. Чувствительность детектора характеризует:**

- а) низшую концентрацию вещества, которая может быть количественно определена;
- б) изменение сигнала детектора при возрастании содержания вещества в потоке подвижной фазы;
- в) требования к условиям эксплуатации прибора.