

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
**СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**  
**(ЛИН СО РАН)**



УТВЕРЖДАЮ

Директор

А.П. Федотов

2018 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Индекс дисциплины по УП: **Б1.В.ДВ.2**

Наименование дисциплины (модуля): **«Высокоэффективная жидкостная хроматография. Методы анализа белков и пептидов»**

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
**04.06.01 Химические науки**

Направленность (профиль) подготовки: **Аналитическая химия**

Научная специальность: **02.00.02 Аналитическая химия**

Форма обучения: **очная**

Иркутск, 2018

## Содержание

1 Цель и задачи дисциплины (модуля)	3
2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	3
3 Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5 Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	4
5.2 Разделы и темы дисциплин (модуля) и виды занятий	5
6 Темы практических занятий	6
7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	7
7.1 Литература	7
7.2 Программное обеспечение	8
7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы	8
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	9
9 Образовательные технологии	9
10 Кадровое обеспечение дисциплины (модуля)	9
11 Оценочные средства	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А	11
ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЙ	15

### **1 Цель и задачи дисциплины:**

Цель освоения дисциплины «Высокоэффективная жидкостная хроматография. Методы анализа белков и пептидов» является формирование у аспирантов теоретических и практических знаний о методах современной хроматографии.

Задачи дисциплины:

- научить выбирать метод исследования, позволяющий с минимальными затратами времени и средств получать достоверную информацию об исследуемом объекте;
- ознакомить с устройством приборов, возможностями и недостатками изучаемых методов;
- привить аспирантам навыки работы с современными приборами, обработки полученной информации и оценки ее достоверности.

### **2 Место дисциплины в процессе подготовки аспиранта:**

Программа дисциплины (модуля) «Высокоэффективная жидкостная хроматография. Методы анализа белков и пептидов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части программы подготовки аспирантов по научной специальности 02.00.02 «Аналитическая химия»

Содержание дисциплины направлено на освоение навыков самостоятельной формулировки задачи хроматографического исследования, выборе оптимальных путей и методов решения экспериментальных задач, обсуждения результатов хроматографических исследований, ведения дискуссии по темам курса.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины «Высокоэффективная жидкостная хроматография. Методы анализа белков и пептидов» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1, способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-3, готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

ОПК-1, способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-2, готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук;

ПК-1, способность выполнять отдельные задания по проведению научных исследований и обеспечению практического использования результатов интеллектуальной деятельности в области определения химического состава веществ и материалов с применением различных методов и средств химического анализа;

ПК-2, готовность формировать предложения к плану научной деятельности и проектов в областях исследований специальности Аналитическая химия;

ПК-3, способность формулировать проблему научного исследования в соответствии с современными достижениями в областях исследований специальности Аналитическая химия; обобщать и продвигать полученные результаты собственной интеллектуальной деятельности в виде научных публикаций и выступлений на национальных и международных конференциях.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

**Знать:**

- новейшие достижения в области аналитической химии и перспективы их теоретического и практического использования;
- основные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований в указанной области;
- особенности применения отдельных теоретических и экспериментальных подходов для решения конкретных аналитических задач в различных областях химии.

**Уметь:**

- использовать основные методологические, теоретические и экспериментальные подходы для решения конкретных аналитических задач в различных областях химии;
- планировать проведение экспериментальных исследований, включая постановку конкретной аналитической задачи и выбор методики;
- осуществлять выбор оптимального аналитического оборудования для решения поставленных задач научного исследования;
- критически оценивать и адекватно интерпретировать полученные экспериментальные результаты.

**Владеть:**

- базовыми методами анализа веществ, материалов и оценки допускаемой погрешности в химическом анализе (правильность и воспроизводимость);
- приборно-аналитическими навыками работы на высокотехнологичном аналитическом оборудовании – газо-жидкостных хроматографах, жидкостных хроматографах, хромато-масс-спектрометрах;
- способностью организовать работу в соответствии с требованиями безопасности и охраны труда.

**4 Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы**

Вид учебной работы		Всего часов / зачетных единиц	Курс
			3
Аудиторные занятия (всего)		48/1,33	48/1,33
В том числе:			
Лекции		24/0,67	24/0,67
Практические занятия		24/0,67	24/0,67
Самостоятельная работа (всего)		58/1,6	58/1,6
Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации		58/1,6	58/1,6
Вид промежуточной аттестации (зачет)		2/0,06	2/0,06
Общая трудоемкость	часы	108	108
	зачетные единицы	3	3

**5 Содержание дисциплины (модуля)****5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля):**

**Тема 1 Введение. Классификация хроматографических методов.** История открытия и развития хроматографического метода. Области применения хроматографического методов. Определение хроматографии. Варианты осуществления хроматографических разделений.

**Тема 2 Физико-химические основы хроматографического процесса.** Понятия о физико-химических системах и фазах. Физико-химические явления, определяющие хроматографическое разделение (адсорбция, абсорбция, хемосорбция, диффузия). Природа сорбционных сил. Сорбционное равновесие. Механизм хроматографического разделения.

**Тема 3 Теория хроматографической колонки. Эффективность разделения.** Понятие статики и динамики сорбции. Селективность неподвижной фазы и эффективность колонки. Причины размывания хроматографической зоны (теории тарелок и эффективной диффузии). Уравнение Ван-Деемтера. Методы жидкостной хроматографии. Колонки и носители для ЖХ. Элюенты. Элюотропные ряды. Изократический и градиентный режимы работы жидкостного хроматографа. Нормальная и обращено-фазовая хроматография. Детекторы для жидкостной хроматографии.

**Тема 4 Ионообменная хроматография. Основные характеристики. Аппаратура.** Сущность метода. Основные представления о механизме ионного обмена. Ионообменное равновесие. Константа равновесия, селективность, фактор разделения. Ряды селективности. Кинетика ионного обмена. Неорганические и органические ионообменники, их классификация. Комплексообразующие сорбенты. Физико-химические свойства ионообменников (обменная емкость, набухание, термическая и радиационная устойчивость). Разделение аминокислот.

**Тема 5 Ион-парная хроматография.** Сущность метода. Нормально-фазовая и обращено-фазовая ион-парная хроматография. Механизмы удерживания в ион-парной хроматографии. Выбор условий определения. Применение в анализе органических и неорганических соединений.

**Тема 6 Тонкослойная хроматография.** Теоретические основы метода. Величина R<sub>f</sub>, ее связь с коэффициентом распределения. Методы определения этой величины. Факторы, на нее влияющие. Сорбенты для тонкослойной хроматографии (ТСХ). Растворители для тонкослойной хроматографии. Высокоэффективная ТСХ. Области применения.

**Тема 7 Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Области применения.** Сущность метода. Особенности механизма удерживания молекул. Области применения.

**Тема 8 Препаративная жидкостная хроматография.** Области применения жидкостной хроматографии. Критерии препаративной хроматографии.

**Тема 9 Хроматография белков и пептидов.** Разделение модифицированных и модифицированных пептидов. Разделение белков с использованием различных вариантов хроматографии.

**Тема 10 Хромато-масс-спектрометрия. Основы метода, применение.** ЖХ-МС. Термоспрей. МАЛДИ. Основные правила интерпретации масс-спектров. Tandemная МС.

## 5.2 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№	Темы, разделы	Всего часов	Виды подготовки		
			Лекции (зачет)	Практические занятия	Самостоятельная работа
1	Введение. Классификация хроматографических методов.	2	2	-	-
2	Физико-химические основы	6	2	-	4

	хроматографического процесса.				
3	Теория хроматографической колонки. Эффективность разделения.	16	4	8	4
4	Ионообменная хроматография. Основные характеристики. Аппаратура.	6	2	-	4
5	Ион-парная хроматография. Особенности и области применения.	6	2	-	4
6	Тонкослойная хроматография.	10	2	4	4
7	Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Области применения	6	2	-	4
8	Препаративная жидкостная хроматография.	10	2	4	4
9	Хроматография белков и пептидов.	16	2	4	10
10	Хромато-масс-спектрометрия. Основы метода, применение.	18	4	4	10
11	Промежуточная аттестация (подготовка, зачет)	12	2	-	10
ВСЕГО (часы)		108	26	24	58

### 6 Темы практических занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	3	Принципиальное устройство жидкостного хроматографа. Изократическое и градиентное элюирование. Количественный хроматографический анализ.	8	Контрольные вопросы	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3
2	6	Тонкослойная хроматография, виды и условия ее осуществления, основы качественного и количественного анализа методом ТСХ	4	Контрольные вопросы	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3
3	8	Высокоэффективная жидкостная	4	Контрольные вопросы	УК-1,3; ОПК-1,2;

		хроматография. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Эффективность хроматографической колонки и количественная ее характеристика. Причины размывания хроматографической зоны. Уравнение Ван-Деемтера			ПК-1,2,3
4	9	Влияние температуры на параметры хроматографического разделения	4	Контрольные вопросы	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3
5	10	Ознакомление с масс-спектрометрическим оборудованием	4	Контрольные вопросы	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1 Литература

#### Основная:

1 **Лебедев, А. Т.** Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды [Текст] / А.Т. Лебедев. – Москва: Техносфера, 2013. – 632 с.- 978-5-94836-363-9. – Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

2 **Хенке, Х.** Жидкостная хроматография [Электронный ресурс]: учебное пособие / Х. Хенке. – Электрон. текстовые данные. – М.: Техносфера, 2009. – 264 с. – 978-5-94836-198-7. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12724.html>

3 **Бёккер, Ю.** Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза [Электронный ресурс]: монография / Ю. Бёккер. – Электрон. текстовые данные. – М.: Техносфера, 2009. – 472 с. – 978-5-94836-212-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12749.html>

4 **Сычев, С. Н.** Высокоэффективная жидкостная хроматография. Аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем [Текст]: Учебное пособие / С.Н. Сычев, В.А. Гаврилина. – Санкт-Петербург; М.; Краснодар: Лань, 2013. – 256 с. – 978-5-8114-1377-5. – Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

5 **Отто, М.** Современные методы аналитической химии [Текст]: пер. с нем. / М. Отто. – 3-е изд. – Москва: Техносфера, 2008. – 545 с. – 978-5-94836-192-5. – Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

6 **Жебентяев, А. И.** Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. И. Жебентяев. – М.: ИНФРА-М; Минск: Новое знание, 2013. – 206 с. – 978-985-475-533-3. – 978-5-16-006615-8. – Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

8 **Золотов, Ю. А.** Аналитическая химия: наука, приложения, люди [Текст] / Ю. А. Золотов. – М.: Наука, 2009. – 326 с.-978-5-02-036682-4. – Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

9 **Сорочинская, Е. И.** Биоорганическая химия [Текст]: учебное пособие / Е. И. Сорочинская, С. И. Чуркина; С.-Петербург: Изд. дом С.-Петербург. гос. ун-та, 2011. – 280 с. – 978-5-288-05260-6. – Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

10 **Кнорре, Д. Г.** Биологическая химия [Текст]: учебник / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. – 4-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 456 с. 978-5-7692-1208-6. – Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

*Дополнительная:*

1. Хроматография. Практическое приложение метода [Текст] / в 2-х частях / ред. Э. Хефтмана. – М.: Мир,1986. –Ч.1. –336 с. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/877149>

2 **Лебедев, А.Т.** Масс-спектрометрия в органической химии [Текст] / М.: А. Т. Лебедев.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 493 5-94774-052-4. –Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

3 **Шамин, А. Н.** История химии белка [Текст] / А. Н. Шамин. - 2-е изд., стереотип. - М.: КомКнига, 2006. – 349 с. – 5-484-00544-2. –Режим доступа: библиотечный фонд ИНЦ СО РАН.

4 **Степанов, В. М.** Молекулярная биология: Структура и функции белков [Текст]: учебник для вузов / В. М. Степанов. – 3-е изд. – М.: Наука, 2005. – 336 с. – 5-211-04971-3. – 5-02-035320-5.- Режим доступа: библиотечный фонд ЛИН СО РАН.

*б) Периодические издания:*

1 Журнал аналитической химии

2 Вода: химия и экология

3 Химия в интересах устойчивого развития

4 Геология и геофизика

5 Сибирский экологический журнал

**7.2 Программное обеспечение**

1. Microsoft Office

2. Open Office

3. Microsoft Windows

4. Adobe Acrobat Pro

5. Dr. Web Corporate Anti-Virus

6. Kaspersky Anti-Virus

7. Corel Draw

8. GIMP

9. Mass Hunter Workstation Qualitative Analysis Version B.07.00.

10. Enhanced Data Analysis

**7.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1 <http://www.bookre.org> – электронная библиотека рунета, поиск журналов и книг;

2 <http://elibrary.ru/defaultx.asp> – научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций;



3 <http://www.seu.ru/> - Международный социально-экологический союз;

4 <http://docs.cntd.ru> - Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

5 <https://www.consultant.ru/online> - разработчик справочной правовой системы Консультант

Плюс.

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed> - Свободный доступ в крупнейшую базу научных данных в области биомедицинских наук MedLine, включая биохимию
- <http://isir.ras.ru> - Интегрированная система информационных ресурсов Российской Академии Наук.
- <http://www.swissprot.com> – свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов.

### **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение института, необходимое для реализации программы включает в себя:

- Конференц-залы, помещения ЦКП «Ультрамикроанализ», аккредитованная лаборатория гидрохимии и химии атмосферы (аттестат аккредитации Госстандарта России № РОСС RU. 0001. 513855 от 1 февраля 2012 г.), помещение №434
- Мультимедийные установки, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», оборудование ЦКП «Ультрамикроанализ», газовый хроматограф Shimadzu GC-2010 Plus, спектрофотометры КФК-3, анализатор жидкости «Флюорат», комплекты мелкого аналитического оборудования (весы, рН-метры, роторный испаритель, центрифуги, автоматические пипетки).

### **9 Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы дисциплины используются следующие формы проведения занятий.

*Стандартные методы обучения:*

- Лекция;
- Видео-лекция;
- Дискуссия, круглый стол;
- Практические занятия;
- Самостоятельная работа;
- Консультации специалистов.

*Обучения с применением интерактивных форм образовательных технологий:*

- информационно-коммуникационные образовательные технологии – лекция-визуализация, представление научно-исследовательских работ с использованием специализированных программных сред.

### **10 Кадровое обеспечение дисциплины (модуля)**

Реализацию образовательного процесса по программе дисциплины обеспечивает старший научный сотрудник лаб. хроматографии, кандидат химических наук Федорова Галина Афанасьевна.

Разработчик программы: к.х.н. Г.А. Федорова

## **11 Оценочные средства**

Оценочные средства представлены в Приложении к рабочей программе дисциплины в виде фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по освоению дисциплины.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

«Высокоэффективная жидкостная хроматография. Методы анализа белков и пептидов»

#### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «Высокоэффективная жидкостная хроматография. Методы анализа белков и пептидов» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО 04.06.01 Химические науки по научной специальности 02.00.02 Аналитическая химия.

#### 1 Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук
ПК-1	способность выполнять отдельные задания по проведению научных исследований и обеспечению практического использования результатов интеллектуальной деятельности в области определения химического состава веществ и материалов с применением различных методов и средств химического анализа
ПК-2	готовность формировать предложения к плану научной деятельности и проектов в областях исследований специальности Аналитическая химия
ПК-3	способность формулировать проблему научного исследования в соответствии с современными достижениями в областях исследований специальности Аналитическая химия; обобщать и продвигать полученные результаты собственной интеллектуальной деятельности в виде научных публикаций и выступлений на национальных и международных конференциях

#### 2 Программа оценивания контролируемой компетенции

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
-------	--	---	----------------------------------

1	Введение. Классификация хроматографических методов.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
2	Физико-химические основы хроматографического процесса.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
3	Теория хроматографической колонки. Эффективность разделения.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
4	Ионообменная хроматография. Основные характеристики. Аппаратура.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
5	Ион-парная хроматография. Особенности и области применения.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
6	Тонкослойная хроматография.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
7	Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Области применения	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
8	Препаративная жидкостная хроматография.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
9	Хроматография белков и пептидов.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет
10	Хромато-масс-спектрометрия. Основы метода, применение.	УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3	Контрольные вопросы, зачет

### 3 Оценочные средства текущего контроля

Текущий контроль проводится для оценки степени усвоения аспирантами учебных материалов, обозначенных в рабочей программе, и контроля СРС. Назначение оценочных средств текущего контроля – выявить сформированность компетенций (УК-1,3; ОПК-1,2; ПК-1,2,3). Текущий контроль осуществляется в виде систематической проверки знаний и навыков аспирантов. Для этого используется устный опрос.

#### Контрольные вопросы для текущей аттестации:

1. Хроматограмма и её характеристики.
2. Параметры удерживания и их значения.
3. Критерии оценки разделения.
4. Теории хроматографии. Теория теоретических тарелок. Параметры эффективности разделения.
5. Кинетическая теория (теория скоростей).
6. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Механизмы разделения в ВЭЖХ.
7. Нормально-фазовая ВЭЖХ. Особенности метода.
8. Гидрофильно-модифицированные сорбенты. Амино-, циано- и диольные сорбенты на основе силикагеля.
9. Неполярные сорбенты.
10. Подвижные фазы в нормально-фазовой ВЭЖХ. Требования к подвижным фазам.

- 11.Элюотропные ряды в нормально-фазовой и обращено-фазовой ВЭЖХ.
- 12.Блок-схема жидкостного хроматографа. Основные типы детекторов.
- 13.Ионообменная хроматография. Теоретические основы ионного обмена. Ионообменное равновесие. Коэффициент селективности, коэффициент распределения и коэффициент разделения.
- 14.Ион-парная хроматография. Характеристика и особенности метода.
- 15.Тонкослойная хроматография. Количественные характеристики метода. Параметры эффективности и селективности разделения. Подвижные фазы. Сорбенты. Пластинки.
- 16.Идентификация в тонкослойной хроматографии.
- 17.Тонкослойная и высокоэффективная тонкослойная хроматография. Сходство и отличие.
- 18.Эксклюзионная хроматография. Сущность метода.
- 19.Механизмы удерживания в эксклюзионной хроматографии. Область применения.
20. Хромато-масс-спектрометрия. Теоретические основы. Способы ионизации молекул в хромато-масс-спектрометрии. Блок-схема масс-спектрометра.

#### **Критерии оценивания:**

При оценке ответа учитывается:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Ответ оценивается на «*отлично*», если аспирант: полно излагает изученный материал, дает правильное определенное понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из литературы, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Ответ оценивается на «*хорошо*», если аспирант даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«*Удовлетворительно*» ставится, если аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений темы, но при этом: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке теорий; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «*неудовлетворительно*» ставится, если ответ не удовлетворяет требованиям положительной оценки или аспирант отказывается отвечать на контрольные вопросы.

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

#### **Перечень вопросов к зачету:**

- 1 Хроматограмма и её характеристики.
- 2 Параметры удерживания и их значения.
- 3 Критерии оценки разделения.
- 4 Теории хроматографии. Теория теоретических тарелок. Параметры эффективности разделения.
- 5 Кинетическая теория (теория скоростей).

6Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Механизмы разделения в ВЭЖХ.

7Нормально-фазовая ВЭЖХ. Особенности метода.

8Гидрофильно-модифицированные сорбенты. Амино-, циано- и диольные сорбенты на основе силикагеля.

9Неполярные сорбенты.

10 Подвижные фазы в нормально-фазовой ВЭЖХ. Требования к подвижным фазам.

11 Элюотропные ряды в нормально-фазовой и обращено-фазовой ВЭЖХ.

12 Блок-схема жидкостного хроматографа. Основные типы детекторов.

13 Ионообменная хроматография. Теоретические основы ионного обмена. Ионообменное равновесие. Коэффициент селективности, коэффициент распределения и коэффициент разделения.

14 Ион-парная хроматография. Характеристика и особенности метода.

15 Тонкослойная хроматография. Количественные характеристики метода. Параметры эффективности и селективности разделения. Подвижные фазы. Сорбенты. Пластинки.

16 Идентификация в тонкослойной хроматографии.

17 Тонкослойная и высокоэффективная тонкослойная хроматография. Сходство и отличие.

18 Эксклюзионная хроматография. Сущность метода.

19 Механизмы удерживания в эксклюзионной хроматографии. Область применения.

20 Хромато-масс-спектрометрия. Теоретические основы. Способы ионизации молекул в хромато-масс-спектрометрии. Блок-схема масс-спектрометра.

### Критерии оценки:

#### Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета

Оценка зачета	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует большую часть содержания тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями.
<i>Не зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует знание меньшей части содержания тем учебной дисциплины

ЛИСТ ОБНОВЛЕНИЯ

<b>Дата</b>	<b>Внесенные обновления</b>	<b>Подпись</b>
25.05.2018 г.	Внесены изменения в список литературы. Добавлены источники из ЭБС Ай-Пи-Эр-Медиа (Договор № 4068/18 от 26 апреля 2018 г.)	