

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине**

---

***ВВЕДЕНИЕ В ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА***

---

для студентов направления подготовки

04.03.01 Химия

---

образовательная программа

Аналитическая химия

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2023 г.**

### **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Комплексные соединения» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Комплексные соединения» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Коды компетенций | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                 | <i>Код и наименование индикатора достижения компетенции</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1             | Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций) | <p>З-ПК-1 – Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы получения научно-технической информации в области химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций).</li> </ul> <p>У-ПК-1 – Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводит первичный поиск информации по заданной тематике, в том числе, с использованием баз данных; - систематизировать научно-техническую информацию на русском и иностранном языках по заданной тематике; - анализировать научно-техническую информацию для решения конкретной задачи.</li> </ul> <p>В-ПК-1 – Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системой фундаментальных химических понятий и законов.</li> </ul> |
| ПК-2             | Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов                                                                                        | <p>З-ПК-2 – Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы, законы, методологию хроматографических методов анализа, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.</li> </ul> <p>У-ПК-2 – Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и использовать современную инструментальную базу и методы испытаний для решения определенных задач хроматографии;</li> <li>- использовать фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |

|        |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                                                   | <p>- планировать отдельные стадии исследования в хроматографических методах анализа.</p> <p>В-ПК-2 – Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыком подготовки элементов документации, проектов, планов и программ отдельных работ по хроматографии;</li> <li>- навыком выбора технических средств и методов анализа (из набора имеющихся) для решения поставленных задач на лабораторных занятиях.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ПК-1.1 | Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм. | <p>З-ПК-1.1 - Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теорию проведения инструментальных методов химического анализа конкретных объектов, находящихся в твердом, жидком и газообразном состояниях.</li> </ul> <p>У-ПК-1.1- Уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить проботбор и пробоподгоовку анализируемых сред; проводить качественный и количественный анализ на заданные компоненты по заданным методикам.</li> </ul> <p>В-ПК-1.1- Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы на оборудовании для проведения спектрального, электрохимического и хроматографического химического анализа водных сред; способами переведения анализируемых субстанций в форму, пригодную для исследования.</li> </ul> |

## 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;

- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;

- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

### 1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

| № п/п                     | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам) | Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации                                                                                 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Текущая аттестация</b> |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                     |
| 1.                        | Раздел 1. 2.Основные хроматографические параметры                 | З-ПК-1<br>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)                                                                                                                                                                                        | Индивидуальные (самостоятельная работа) по темам раздела<br>Коллоквиум.<br>Контрольная работа<br>Экзамен 7 семестра.                                |
| 2.                        | Раздел 1.3. Эффективность хроматографического разделения          | З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1<br>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)<br>В-ПК-2, У-ПК-2<br>Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов | Индивидуальные (самостоятельная работа) по темам раздела<br>Коллоквиум.<br>Контрольная работа.<br>Защита лабораторных работ.<br>Экзамен 7 семестра. |

|    |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                  | З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                            |
| 3. | Раздел 1.4 Идентификация соединений хроматографическими методами | З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1<br>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Индивидуальные задания (самостоятельная работа).<br>Контрольная работа. Коллоквиум.<br>Экзамен 7 семестра. |
| 4. | Раздел 1.5 Количественный анализ в хроматографии                 | В-ПК-1, У-ПК-1<br>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)<br>В-ПК-1, У-ПК-2<br>Готовность использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов.<br>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм. | Контрольная работа. Коллоквиум.<br>Защита лабораторных работ.<br>Экзамен 7 семестра                        |
| 5. | Раздел 1.6. Газовая хроматография. Теоретические основы метода   | З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1<br>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Контрольная работа.<br>Интерактивные методы - круглый стол.<br>Экзамен 7 семестр                           |

|    |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                  | готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                  |
| 6. | Раздел 1.7. Газовая хроматография. Аппаратурное оформление метода                                                                | <p>З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1</p> <p>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций).</p> <p>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.</p> | <p>Контрольная работа.</p> <p>Интерактивные методы - круглый стол.</p> <p>Экзамен 7 семестра</p> |
| 7. | Раздел 1.8. Жидкостная хроматография (ЖХ). Классификация методов, особенности разделения. Основные представления о механизмах ЖХ | <p>З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1</p> <p>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций).</p> <p>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.</p> | <p>Контрольная работа. Тест Интерактивные методы - круглый стол.</p> <p>Экзамен 7 семестра</p>   |
| 8. | Раздел 1.9. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Адсорбенты для ВЭЖХ. Аппаратурное оформление метода               | <p>В-ПК-1, У-ПК-1</p> <p>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций)</p> <p>В-ПК-1, У-ПК-2</p> <p>Готовность использовать современную инструментальную базу для</p>                                                                     | <p>Контрольная работа. Тест Интерактивные методы - круглый стол.</p> <p>Экзамен 7 семестра</p>   |

|     |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                 | <p>проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов.</p> <p>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.</p>                                                                                                                                                                                    |                                                                       |
| 9.  | Раздел 1.10<br>Ионообменная хроматография. Ионная хроматография | <p>З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1</p> <p>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций).</p> <p>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.</p> | <p>Интерактивные методы - круглый стол.</p> <p>Экзамен 7 семестра</p> |
| 10. | <b>Раздел 1.11 Эксклюзионная хроматография</b>                  | <p>З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1</p> <p>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций).</p> <p>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.</p> | <p>Интерактивные методы - круглый стол.</p> <p>Экзамен 7 семестр</p>  |
| 11. | Раздел 1.12. Планарные варианты ЖХ                              | <p>З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1</p> <p>Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Интерактивные методы - круглый стол.</p> <p>Экзамен 7 семестра</p> |

|                                 |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               |
|---------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                 |  | <p>проведения химического анализа конкретных объектов (сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, в том числе фармацевтических субстанций).</p> <p>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1 Способен проводить качественный и количественный анализ лекарственных субстанций и готовых фармацевтических форм.</p> |                               |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               |
| Весь курс                       |  | <p>З-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-1</p> <p>З-ПК-1, В-ПК-2, У-ПК-2</p> <p>З-ПК-1.1, В-ПК-1.1, У-ПК-1.1</p>                                                                                                                                                                                                      | <p>Экзаменационные билеты</p> |

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

| Уровни                                                                                                                             | Содержательное описание уровня                                                                                                                                         | Основные признаки выделения уровня                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | БРС, % освоения | ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|
| <b>Высокий</b><br><i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>         | Творческая деятельность                                                                                                                                                | <i>Включает нижестоящий уровень.</i><br>Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий                 | <b>90-100</b>   | <b>A/<br/>Отлично/<br/>Зачтено</b>                 |
| <b>Продвинутый</b><br><i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i> | Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы         | <i>Включает нижестоящий уровень.</i><br>Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения. | <b>85-89</b>    | <b>B/<br/>Очень хорошо/<br/>Зачтено</b>            |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>75-84</b>    | <b>C/<br/>Хорошо/<br/>Зачтено</b>                  |
| <b>Пороговый</b><br><i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>                                                   | Репродуктивная деятельность                                                                                                                                            | Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.                                                                                                                                                                              | <b>65-74</b>    | <b>D/Удовлетворительно/<br/>Зачтено</b>            |
|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>60-64</b>    | <b>E/Посредственно/<br/>Зачтено</b>                |
| <b>Ниже порогового</b>                                                                                                             | Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы.<br><br>Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>0-59</b>     | <b>Неудовлетворительно/<br/>Зачтено</b>            |

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

| <b><i>Уровень сформированности компетенции</i></b> | <b><i>Текущий контроль</i></b> | <b><i>Промежуточная аттестация</i></b> |
|----------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| <b><i>высокий</i></b>                              | <b><i>высокий</i></b>          | <b><i>высокий</i></b>                  |
|                                                    | <b><i>продвинутый</i></b>      | <b><i>высокий</i></b>                  |
|                                                    | <b><i>высокий</i></b>          | <b><i>продвинутый</i></b>              |
| <b><i>продвинутый</i></b>                          | <b><i>пороговый</i></b>        | <b><i>высокий</i></b>                  |
|                                                    | <b><i>высокий</i></b>          | <b><i>пороговый</i></b>                |
|                                                    | <b><i>продвинутый</i></b>      | <b><i>продвинутый</i></b>              |
|                                                    | <b><i>продвинутый</i></b>      | <b><i>пороговый</i></b>                |
|                                                    | <b><i>пороговый</i></b>        | <b><i>продвинутый</i></b>              |
| <b><i>пороговый</i></b>                            | <b><i>пороговый</i></b>        | <b><i>пороговый</i></b>                |
| <b><i>ниже порогового</i></b>                      | <b><i>пороговый</i></b>        | <b><i>ниже порогового</i></b>          |
|                                                    | <b><i>ниже порогового</i></b>  | <b><i>-</i></b>                        |

### **3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропустили занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

| Вид контроля               | Этап рейтинговой системы<br>Оценочное средство | Балл      |           |
|----------------------------|------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                            |                                                | Минимум   | Максимум  |
| Текущий                    | <b>Контрольная точка № 1</b>                   | <b>17</b> | <b>30</b> |
|                            | Оценочное средство № 3                         | 4         | 7         |
|                            | Оценочное средство № 4                         |           |           |
|                            | Оценочное средство № 2                         | 5         | 9         |
|                            | Оценочное средство № 3                         |           |           |
|                            | Оценочное средство № 3                         | 4         | 7         |
|                            | Оценочное средство № 3                         | 4         | 7         |
|                            | Оценочное средство № 4                         |           |           |
|                            | <b>Контрольная точка № 2</b>                   | <b>18</b> | <b>30</b> |
|                            | Оценочное средство № 3                         | 3         | 6         |
|                            | Оценочное средство № 4                         |           |           |
|                            | Оценочное средство № 4                         | 3         | 6         |
|                            | Оценочное средство № 3                         |           |           |
|                            | Оценочное средство № 4                         | 4         | 6         |
|                            | Оценочное средство № 3                         |           |           |
|                            | Оценочное средство № 3                         | 4         | 6         |
|                            | Оценочное средство № 4                         |           |           |
|                            | Оценочное средство № 2                         | 4         | 6         |
| <b>Промежуточный</b>       | Оценочное средство № 1                         | 24        | 40        |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b> |                                                | 60        | 100       |

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

#### **4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**

##### **4.1 Типовые вопросы к экзамену:**

*Оценочное средство №1 (семестр 7)*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

#### **ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

Направление 04.03.01 «Химия»

Образовательная программа «Аналитическая химия»

Дисциплина **Введение в хроматографические методы анализа**

##### **Вопросы к экзамену:**

1. Определение хроматографии. Особенности метода. Классификация хроматографических методов. Основные хроматографические параметры и их связь с коэффициентом распределения. Основное уравнение хроматографии.
2. Идентификация и количественный анализ в хроматографии. Требования к внутреннему стандарту. Индексы удерживания.
3. Размывание хроматографического пика. Факторы, влияющие на размывание. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Эффективность колонки, ее характеристики. Пути повышения эффективности.
4. Размывание хроматографического пика. Основные положения концепции теоретических тарелок. Недостатки теории теоретических тарелок. Влияние формы изотермы сорбции на размывание хроматографической полосы.
5. Критерии разделения хроматографических пиков. Селективность и эффективность хроматографического разделения, их связь с величиной разрешения. Оптимизация хроматографического разделения.
6. Газовая хроматография (ГХ). Варианты метода (газо – адсорбционная и газо – жидкостная). Область применения метода. Аппаратурное оформление. Типы колонок. Детекторы для ГХ.
7. Особенности капиллярной газовой хроматографии. Уравнение Голя. Типы капиллярных колонок. Область применения капиллярной газовой хроматографии.
8. Неподвижные фазы в газовой хроматографии. Их классификация. Константы Мак-Рейнольдса и Роршнайдера.
9. Основные представления о механизмах разделения в ЖХ. Элюирующая сила растворителя. Элюотропные ряды.
10. Роль подвижной фазы в жидкостной хроматографии. Элюирующая сила подвижной фазы. Элюотропные ряды. Высокоэффективная жидкостная хроматография. (ВЭЖХ). Градиентное элюирование. Аппаратурное оформление ВЭЖХ.
11. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты высокоэффективной жидкостной хроматографии. Сорбенты. Подвижные фазы. Оценка эффективности хроматографического разделения.

12. Обращенно-фазовая жидкостная хроматография. Основные представления о механизме удерживания. Теория Хорвата. Сорбенты. Подвижные фазы. Оптимизация хроматографического разделения.
13. Жидкостно-твердофазная ионообменная хроматография (ИХ). Основные представления о механизме ионного обмена. Сорбенты для ИХ, их характеристики.
14. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Особенности метода. Способы проведения ТСХ. Величина  $R_f$  и факторы, влияющие на нее. Оптимизация разделения в ТСХ. Область применения.
15. Эксклюзионная (ситовая) хроматография. Механизм разделения. Области применения.
16. Подход к выбору хроматографического метода в зависимости от природы анализируемого объекта.

#### 4.2.1 Билеты к экзамену:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

#### **Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

#### **ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

#### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Определение хроматографии. Особенности метода. Классификация хроматографических методов. Основные хроматографические параметры и их связь с коэффициентом распределения. Основное уравнение хроматографии.
2. Особенности капиллярной газовой хроматографии. Уравнение Голя. Типы капиллярных колонок. Область применения капиллярной газовой хроматографии.
3. Анализ различных классов органических соединений методом ГХ. Применение ГХ в экологических исследованиях. Предложить условия ГЖХ анализа (тип НФ, температурные условия, детектор) изомеров ксилола.
4. Коэффициенты распределения веществ А и В между подвижной и неподвижной фазами в хроматографической системе равны 10 и 100 соответственно. Нарисовать хроматограммы для числа теоретических тарелок  $N=100$  и  $N=1000$ . Почему при больших объемах удерживания ширина пиков становится больше?

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики** –  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Идентификация и количественный анализ в хроматографии. Требования к внутреннему стандарту. Индексы удерживания.
2. Неподвижные фазы в газовой хроматографии. Их классификация. Константы Мак- Рейнольдса и Роршайндера.
3. Анализ различных классов органических соединений методом ЖХ. Применение ЖХ в медицине и биологии.
4. Коэффициент распределения компонента А больше, чем компонента В. Сравнить  $V_r(A)$  и  $V_r(B)$ ,  $R_f(A)$  и  $R_f(B)$ . Нарисовать хроматограммы. Почему нежелательны слишком высокие и очень низкие значения коэффициентов распределения?

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики** –  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

1. Размывание хроматографического пика. Факторы, влияющие на размывание. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Эффективность колонки, ее характеристики. Пути повышения эффективности.

2. Роль подвижной фазы в жидкостной хроматографии. Элюирующая сила подвижной фазы. Элюотропные ряды Высокоэффективная жидкостная хроматография. (ВЭЖХ). Градиентное элюирование. Аппаратурное оформление ВЭЖХ.
3. Использование ионообменной хроматографии в атомной энергетике.
4. Найти длину хроматографической колонки, если  $H=0.1$  мм, а  $N=10000$ .

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

### ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Размывание хроматографического пика. Основные положения концепции теоретических тарелок. Недостатки теории теоретических тарелок. Влияние формы изотермы сорбции на размывание хроматографической полосы.
2. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты высокоэффективной жидкостной хроматографии. Сорбенты. Подвижные фазы. Оценка эффективности хроматографического разделения
3. Сравнение методов ВЭЖХ, капиллярной газовой и сверхкритической флюидной хроматографии.
4. При анализе смеси из трех компонентов методом ГЖХ два оператора получили независимо друг от друга хроматограммы. Как подтвердить наличие одинаковых компонентов в смесях?

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

### ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Критерии разделения хроматографических пиков. Селективность и эффективность хроматографического разделения, их связь с величиной разрешения. Оптимизация хроматографического разделения
2. Обращенно-фазовая жидкостная хроматография. Основные представления о механизме удерживания. Теория Хорвата. Сорбенты. Подвижные фазы. Оптимизация хроматографического разделения.
3. Применение эксклюзионной хроматографии в медицине и в биологии.
4. Предложите практические рекомендации для успешного разделения двух веществ, исходя из теории теоретических тарелок, кинетической теории и основного уравнения хроматографии  $V_T = D V_s$ .

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

### ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Виды взаимодействия сорбент - сорбат. Основные типы сорбентов, используемых в газовой и жидкостной хроматографии.
2. Жидкостно-твердофазная ионообменная хроматография (ИХ). Основные представления о механизме ионного обмена. Сорбенты для ИХ, их характеристики.

3. Использование ионообменной хроматографии в атомной энергетике.
4. Предложить условия ГЖХ анализа ( тип НФ, температурные условия, детектор) бензола и толуола.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

### ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

1. Идентификация и количественный анализ в хроматографии. Требования к внутреннему стандарту. Индексы удерживания.
2. Ион-парная жидкостная хроматография. Механизмы ион -парной хроматографии. Факторы, влияющие на удерживание сорбатов. Области применения ион-парной хроматографии.
3. Использование хроматографии для контроля качества в пищевой промышленности.
4. Предложить условия ГЖХ анализа ( тип НФ, температурные условия, детектор) углеводов C10-C30.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

## ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Критерии разделения хроматографических пиков. Селективность и эффективность хроматографического разделения, их связь с величиной разрешения. Оптимизация хроматографического разделения.
2. Тонкослойная хроматография (ТСХ). Особенности метода. Способы проведения ТСХ. Величина  $R_f$  и факторы, влияющие на нее. Оптимизация разделения в ТСХ. Область применения.
3. Сравнение методов ВЭЖХ, капиллярной газовой и сверхкритической флюидной хроматографии.
4. Предложить условия ГЖХ анализа (тип НФ, температурные условия, детектор) спиртов C2-C5.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

## ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Определение хроматографии. Особенности метода. Классификация хроматографических методов. Основные хроматографические параметры и их связь с коэффициентом распределения. Основное уравнение хроматографии.
2. Хромато-масс-спектрометрия. Основы метода. Область применения.
3. Использование хроматографии в экологических исследованиях. Анализ токсичных органических соединений в воде.
4. Предложить условия ГЖХ анализа (тип НФ, температурные условия, детектор) галогенорганических углеводородов (хлороформ, четыреххлористый углерод), хлорбензол.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

1. Идентификация и количественный анализ в хроматографии. Требования к внутреннему стандарту. Индексы удерживания.
2. Капиллярный электрофорез. Основы метода. Факторы, влияющие на эффективность разделения. Применение капиллярного электрофореза в медицине и биологии.
3. Применение различных видов хроматографии в анализе лекарственных соединений. Использование ЖХ для контроля качества лекарственных препаратов.
4. Предложить условия ГЖХ анализа (тип НФ, температурные условия, детектор) галогенорганических углеводородов (хлороформ, четыреххлористый углерод), хлорбензол).

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| Направление | <b>04.03.01 «Химия»</b> |
|-------------|-------------------------|

Образовательная  
программа  
Дисциплина

«Аналитическая химия»

Введение в хроматографические методы анализа

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Размывание хроматографического пика. Основные положения концепции теоретических тарелок. Недостатки теории теоретических тарелок. Влияние формы изотермы сорбции на размывание хроматографической полосы.
2. Газовая хроматография (ГХ). Варианты метода (газо – адсорбционная и газо – жидкостная). Область применения метода. Аппаратурное оформление. Типы колонок. Детекторы для ГХ.
3. Сравнение методов ВЭЖХ, капиллярной газовой и сверхкритической флюидной хроматографии.
4. Предложить условия ВЭЖХ анализа (НФ, ПФ, детектор) нафталина и бенз(а)пирена.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

#### Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

#### ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Направление 04.03.01 «Химия»

Образовательная  
программа «Аналитическая химия»

Дисциплина Введение в хроматографические методы анализа

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Критерии разделения хроматографических пиков. Селективность и эффективность хроматографического разделения, их связь с величиной разрешения. Оптимизация хроматографического разделения.
2. Сверхкритическая флюидная хроматография. Основы метода. Область применения.
3. Анализ различных классов органических соединений методом ГХ. Применение ГХ в экологических исследованиях.
4. Предложить условия ГЖХ анализа (тип НФ, температурные условия, детектор) хлорорганических пестицидов ДДТ и гексахлорбензола.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров

(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13**

1. Размывание хроматографического пика. Основные положения концепции теоретических тарелок. Недостатки теории теоретических тарелок. Влияние формы изотермы сорбции на размывание хроматографической полосы
2. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты жидкостной хроматографии. Сорбенты. Подвижные фазы. Оценка эффективности хроматографического разделения.
3. Использование хроматографии для контроля качества в пищевой промышленности.
4. Предложить условия ГЖХ анализа (тип НФ, температурные условия, детектор) альдегидов C2-C5.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку

(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров

(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14**

1. Идентификация и количественный анализ веществ в хроматографии. Требования к внутреннему стандарту. Индексы удерживания. Классификация неподвижных фаз в газовой хроматографии. Константы Мак- Рейнольдса и Роршнайдера.
2. Обращенно-фазовая жидкостная хроматография. Основные представления о механизме удерживания. Теория Хорвата. Сорбенты. Подвижные фазы. Оптимизация хроматографического разделения.
3. Подход к выбору хроматографического метода в зависимости от природы анализируемого объекта.
4. Предложите условия хроматографического разделения смесей аминокислот триптофана, аргинина и аланина.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

1. Основные представления о механизмах жидкостно-адсорбционной и жидкостно- распределительной хроматографии. Модели удерживания (модель Снайдера, Сочевинского, Скота-Кучеры). Элюирующая сила растворителя. Элюотропные ряды .
2. Газовая хроматография (ГХ). Варианты метода (газо – адсорбционная и газо – жидкостная). Аппаратурное оформление метода. Типы колонок. Детекторы для ГХ.
3. Подход к выбору хроматографического метода в зависимости от природы анализируемого объекта.
4. Предложить условия ВЭЖХ анализа (НФ, ПФ, детектор) органических кислот C2-C10.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16**

1. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Эффективность колонки, ее характеристики. Пути повышения эффективности.
2. Капиллярный электрофорез. Основы метода. Факторы, влияющие на эффективность разделения. Применение капиллярного электрофореза в медицине и биологии.
3. Сравнение методов ВЭЖХ, капиллярной газовой и сверхкритической флюидной хроматографии.
4. Предложите практические рекомендации для успешного разделения двух веществ, исходя из теории теоретических тарелок, кинетической теории и основного уравнения хроматографии  $V_r = D V_s$ .

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Хомушку  
(подпись)

Начальник отделения \_\_\_\_\_ А.А. Котляров  
(подпись)

**б) критерии оценивания компетенций (результатов) и описание шкалы оценивания:**

- Ответ оценивается по следующим критериям:
- Правильность, полнота, логичность построения ответа;
- Умение оперировать специальными терминами;
- Умение вывести математические соотношения в соответствии с теоретическим материалом;
- Использование в ответе дополнительного материала;
- Умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

**в) описание шкалы оценивания**

В основе процедуры определения уровня сформированности компетенций лежит балльно-рейтинговая оценка знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности студентов.

| Уровни усвоения материала и сформированности способов деятельности | Конкретные действия студентов, свидетельствующие о достижении данного уровня |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Первый</b><br><b>меньше 25 баллов</b><br><b>Неудовлетворительно</b> | <p>Результаты обучения студентов свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Второй</b><br><b>от 25 до 30 баллов</b><br><b>Удовлетворительно</b> | <p>Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач: воспроизводят термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы; проводят простейшие расчеты; выполняют задания по образцу (или по инструкции).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Третий</b><br><b>от 30 до 35 баллов</b><br><b>Хорошо</b>            | <p>Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине. Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях, а именно: объясняет факты, правила, принципы; преобразует словесный материал в математические выражения; предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных; устанавливает взаимосвязи между составом, строением и свойствами химических веществ; проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям; самостоятельно проводит химический эксперимент по инструкции или по указанию преподавателя и описывает его результаты. применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях; использует понятия и принципы в новых ситуациях.</p> |
| <b>Четвертый</b><br><b>от 36 до 40 баллов</b><br><b>Отлично</b>        | <p>Студент способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях: ориентируется в потоке химической информации, определяет источники необходимой информации, способен анализировать ее; предлагает план проведения эксперимента или других действий; составляет схемы задачи, оценивает логику построения текста; оценивает соответствие выводов имеющимся данным; планирует и осуществляет химический эксперимент.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Допуск к экзамену по дисциплине в соответствии с принятой в ИАТЭ НИЯУ МИФИ балльно-рейтинговой системой оценки знаний студентов осуществляется при количестве набранных студентом более 35 баллов за семестр при условии выполнения всех предусмотренных учебной программой видов учебной деятельности.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на зачете – 20, максимальный – 40.

Общая (итоговая по промежуточному контролю) оценка определяется по суммарному количеству баллов полученных студентом в ходе текущей в семестре учебной деятельности и результатов промежуточной аттестации (экзамена) и выглядит следующим образом:

60 – 74 балла – «Удовлетворительно»;

75 – 89 баллов – «хорошо»;

90 – 100 баллов – «отлично».

На экзамене ставится оценка в зависимости от:

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Отлично</b>             | <p>Ответ оценивается на «Отлично» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета;</li> <li>• умении оперирования специальными терминами;</li> <li>• использовании в ответе дополнительного материала;</li> <li>• умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;</li> <li>• при решении экзаменационной задачи (3 вопрос экзаменационного билета)</li> </ul>                                                                 |
| <b>Хорошо</b>              | <p>Ответ оценивается на «Хорошо» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности;</li> <li>• умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала;</li> <li>• умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения;</li> <li>• при решении экзаменационной задачи с ошибками.</li> </ul> |
| <b>Удовлетворительно</b>   | <p>Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• схематичном, неполном ответе;</li> <li>• неумении оперировать специальными терминами или их незнании;</li> <li>• с одной грубой ошибкой</li> <li>• неумении приводить примеры практического использования научных знаний, с грубыми ошибками в решенной экзаменационной задаче.</li> </ul>                                                                                                                                     |
| <b>Неудовлетворительно</b> | <p>Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками;</li> <li>• неумении оперировать специальной терминологией;</li> <li>• неумении приводить примеры практического использования научных знаний;</li> <li>• нерешенной экзаменационной задаче.</li> </ul>                                                                                                                                                                      |

При неудовлетворительной оценке на экзамене, независимо от полученных в семестре баллов, выставляется итоговая оценка «Неудовлетворительно». В этом случае студент имеет право на передачу экзамена в соответствии с процедурой, предусмотренной положением о промежуточной аттестации ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

## 4.2 Примерные типовые вопросы к коллоквиуму (собеседование)

Оценочное средство № 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

### Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

### ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | <b>04.03.01 «Химия»</b>                      |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

1. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
2. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
3. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
4. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
5. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
6. Какая величина используется в хроматографии для оптимизации условий хроматографического разделения?
7. От каких факторов зависит величина разрешения?
8. Какой хроматографический параметр является качественной характеристикой данного компонента?
9. Как оценивается эффективность хроматографической колонки? Как величина эффективности отражается на форме хроматографического пика? Что такое ВЭТТ и ЧТТ? От каких факторов зависит ВЭТТ?
10. Как связаны между собой параметры, описывающие размывание хроматографического пика, в теории теоретических тарелок и диффузионно-кинетической теории?
11. Какая из теорий хроматографии дает основу для оптимизации эффективности хроматографической колонки?
12. Как эффективность зависит от скорости подвижной фазы в ГЖХ (привести уравнение). Как из полученных данных определить коэффициенты А, В и С?
13. К какому типу детекторов относится пламенно-ионизационный детектор (ПИД)?
14. Какой сигнал измеряется с помощью ПИД? Что является источником ионизации при использовании ПИД?
15. Каковы основные характеристики пламенно-ионизационного детектора?
16. Перечислите и продемонстрируйте на приборе основные блоки газового хроматографа. Какие функции выполняет каждый из этих блоков? Какие узлы газового хроматографа необходимо термостатировать?
17. Как соотносятся между собой температуры основных узлов ГХ? Почему?

18. Что такое внутренний стандарт (ВС)? Каковы требования к ВС? В чем преимущества работы с ВС?
19. Можно ли, зная формулы органических соединений, присутствующих в пробе, предсказать порядок их выхода из колонки?
20. Какие варианты газовой хроматографии вы знаете? Сравните их возможности, укажите область применения. Каково назначение твердого носителя, используемого в насадочных колонках в газо-адсорбционном и газо-жидкостном варианте хроматографии?

**б) критерии оценивания компетенций (результатов)**

Ответ оценивается по следующим критериям:

- Правильность, полнота, логичность построения ответа;
- Умение оперировать специальными терминами;
- Умение вывести математические соотношения в соответствии с теоретическим материалом;
- Использование в ответе дополнительного материала;
- Умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

**в) описание шкалы оценивания**

На коллоквиуме ответ студента оценивается в соответствии с предлагаемой шкалой.

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Отлично</b>             | <p>Ответ оценивается на «Отлично» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета;</li> <li>• умении оперирования специальными терминами;</li> <li>• использовании в ответе дополнительного материала;</li> <li>• умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;</li> </ul>                                                                                        |
| <b>Хорошо</b>              | <p>Ответ оценивается на «Хорошо» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности;</li> <li>• умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала;</li> <li>• умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения;</li> </ul> |
| <b>Удовлетворительно</b>   | <p>Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• схематичном, неполном ответе;</li> <li>• неумении оперировать специальными терминами или их незнании;</li> <li>• с одной грубой ошибкой</li> <li>• неумении приводить примеры практического использования научных знаний.</li> </ul>                                                                                                                                 |
| <b>Неудовлетворительно</b> | <p>Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|  |                                                                                                                                                                                       |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• неумении оперировать специальной терминологией;</li> <li>• неумении приводить примеры практического использования научных знаний.</li> </ul> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.3 Контрольные работы

##### Оценочное средство № 3

##### а) типовые варианты для контрольных работ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
 филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

#### ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| Направление               | 04.03.01 «Химия»                             |
| Образовательная программа | «Аналитическая химия»                        |
| Дисциплина                | Введение в хроматографические методы анализа |

#### Контрольная работа №1 (5 баллов)

##### Основные хроматографические параметры

**Пример 1.** Скорость потока газа-носителя гелия составляет  $30 \text{ см}^3 / \text{мин}$ . Определите удерживаемый объем и приведенный удерживаемый объем оксида углерода на данной колонке, если время удерживания гелия 40 сек, оксида углерода – 6 мин. Гелий на данной колонке практически не сорбируется.

**Пример 2.** Ширина основания хроматографического пика этанола составляет 20 мм. Число теоретических тарелок для этанола определено и равно 2000. Скорость движения диаграммной ленты самописца  $1200 \text{ мм/ч}$ . Вычислите время удерживания этанола (мин).

**Пример 3.** На рис приведены графики зависимости между относительными удерживаемыми объемами ( в логарифмическом масштабе) и температурами кипения для первичных спиртов, альдегидов и кетонов при использовании в качестве неподвижной фазы апиезона L и карбовакса 20 М. Т колонки 393 К. Провести идентификацию кислородсодержащего соединения, относительные удерживаемые объемы которого ( относительно н-октана) соответственно равны : на колонке с апиезоном L – 1.78, на колонке с карбоваксом –22.2

**Пример 4.** Используя график, приведенный на рис определить константы уравнения Ван-Деемтера, значение оптимальной скорости газа-носителя, минимальное значение N и соответствующее ему значение эффективного коэффициента диффузии  $D_{\text{эфф}}$ .

**Пример 5.** Определить абсолютные удельные удерживаемые объемы приведенных ниже н-парафинов при 363.2 и 393.2 К, если известны абсолютные удельные удерживаемые объемы  $V_g$  при 353.2 и 373.2 (колонка со скваланом)

| Углеводород | $V_g$   |         |
|-------------|---------|---------|
|             | 353.2 К | 373.2 К |
| н-пентан    | 25.5    | 15.9    |
| н-гексан    | 61.7    | 35.4    |
| н-гептан    | 143     | 76.6    |

**б) критерии оценивания компетенций (результатов):**

Задания оцениваются по уровню сложности

**в) описание шкалы оценивания:**

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
| 5  | 10 | 5  | 5  | 5  |

### Контрольная работа № 2 (10 баллов)

Оценка эффективности хроматографического разделения

**Пример 1.** На хроматограмме получены пики при 0.84 мин (неудерживаемый компонент А) и 10.60 мин (компонент В) и 11.08 мин (компонент С). Ширина пиков В и С соответствует 0.56 и 0.59 мин соответственно. Длина колонки 28.3 см, объем стационарной фазы -12.3 мл ( $V_s$ ), подвижной фазы ( $V_m$ ) – 17.6 мл. Рассчитать:

- число теоретических тарелок колонки;
- высоту, эквивалентную теоретической тарелке;
- коэффициент удерживания для компонентов В и С;
- коэффициенты распределения компонентов В и С;
- коэффициент селективности и разрешение пиков компонентов В и С.

Нарисуйте хроматограмму.

**Пример 2.** Два соседних пика, полученных при хроматографировании на колонке с объемом неподвижной фазы 2 мл, имеют удерживаемые объемы 10.8 и 13.2 мл соответственно.

Рассчитайте значения удерживаемого объема для этих пиков, полученных на колонке с объемом той же неподвижной фазы, равным 1 мл. Для обеих колонок объем подвижной фазы равен 1.8 мл. Как изменится селективность при переходе с одной колонки на другую?

**Пример 3.** На хроматографической колонке соединение А имеет коэффициент распределения 10, соединение В –15. Объем неподвижной фазы  $V_s$  – 0.5 мл, подвижной  $V_m$  – 1.5 мл, скорость подачи подвижной фазы  $F$  равна 0.5 мл\мин.

Рассчитайте удерживаемый объем, время удерживания и коэффициент удерживания ( $V_m \setminus V_r$ ) каждого компонента.

**Пример 4.** Найдите длину колонки, необходимую для разделения веществ А и В, А и С с разрешением, равным 1.0, если удерживаемые объемы равны 100, 130, и 150 мл для А, В и С соответственно. Удерживаемый объем не удерживаемого компонента равен 5 мл. Высота, эквивалентная теоретической тарелке – 1 мм.

**Пример 5.** При хроматографировании углеводородов с использованием колонки 3.5 м с неподвижной фазой - 15 %(масс) вазелинового масла на кирпиче, Т колонки –120 С получены следующие результаты

|            | Время удерживания $t$ , мм | $W_{0.5}$<br>мм |
|------------|----------------------------|-----------------|
| бензол     | 82                         | 7               |
| н-гептан   | 110                        | 9               |
| толуол     | 170                        | 11              |
| этилбензол | 310                        | 13              |
| н-нонан    | 386                        | 16              |
| н- декан   | 661                        | 23              |

Время удерживания метана (несорбирующийся газ)  $t_0$  - 20 мм.

1. Определите эффективность колонки (число теоретических тарелок  $n$ , высоту, эквивалентную т.т  $h$ , число эффективных теоретических тарелок  $N$ )
2. Нарисуйте зависимость между временем удерживания и шириной пика ( в мм) для одного из сорбатов.
3. Нарисуйте зависимость между  $N/n$  и  $t/t_0$  для одного из сорбатов.
4. Определите селективность неподвижной фазы ( с поправкой на «мертвый» объем) и селективность колонки)
5. Определите степень разделения для пар последовательно элюирующихся углеводородов.

**б) критерии оценивания компетенций (результатов):**

Задания оцениваются по уровню сложности

**в) описание шкалы оценивания:**

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
| 5  | 10 | 5  | 5  | 5  |

### Контрольная работа № 3 (5 баллов)

Идентификация и количественный анализ в хроматографии

**Пример 1.** Определить состав смеси н-пентана, н-гексана, н-гептана и н-октана ( в % масс), если площади пиков S этих углеводородов ( детектор –катарометр) составляют (мм<sup>2</sup>):

| углеводород | S    |
|-------------|------|
| н-пентан    | 3120 |
| н-гексан    | 6364 |
| н-гептан    | 4280 |
| н-октан     | 7542 |

**Пример 2.** Проведен ГХ –МС анализ природной воды на содержание нафталина. В качестве внутреннего стандарта использовали дейтерированный нафталин. Сначала провели анализ стандартной смеси, содержащей 0.05 мкг стандарта и дейтерированного нафталина и получили хроматограмму, на которой площади пиков нафталина и внутреннего стандарта составили 50 и 40 см<sup>2</sup> соответственно. При анализе пробы ввели 0.045 мкг ВС и получили хроматограмму, на которой площади пиков нафталина и ВС составили 72 и 41 см<sup>2</sup> соответственно. Каково содержание нафталина (мкг) в пробе?

**Пример 3.** Проведен ГХ анализ проб почвы на содержание пп ДДТ. В качестве внутреннего стандарта (ВС) использовали гексахлорбензол. Сначала провели анализ стандартной смеси, содержащей по 0.05 мкг стандарта и внутреннего стандарта и получили хроматограмму, на которой площади пиков составили 150 и 240 см<sup>2</sup> соответственно. При анализе пробы ввели 0.045 мкг ВС и получили хроматограмму, на которой площади пиков ДДТ и ВС составили 72 и 210 см<sup>2</sup> соответственно. Каково содержание ДДТ (мкг) в пробе?

**Пример 4.** Проведен ГХ анализ очищенного продукта на содержание толуола. В качестве внутреннего стандарта использовали трет-бутилбензол (ТББ). Сначала провели анализ стандартной смеси, содержащей по 0.05 масс % стандарта и ТББ и получили хроматограмму, на которой высоты пиков толуола и ТББ составили 5.21 и 4.11 см<sup>2</sup> соответственно. При анализе продукта ввели 0.045 % ВС и получили хроматограмму, на которой высоты пиков толуола и ВС составили 5.21 и 4.11 см<sup>2</sup> соответственно. Каково содержание толуола (%) в пробе?

**б) критерии оценивания компетенций (результатов):**

Задания оцениваются по уровню сложности

**в) описание шкалы оценивания:**

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
| 5  | 10 | 5  | 5  | 5  |

**Контрольная работа № 3 (5 баллов)**

Тест-контроль « Газожидкостная хроматография»

Выберите правильный ответ (один или несколько):

1. В основе ГЖХ лежит:

- А. Различия коэффициентов распределения разделяемых веществ между неподвижной жидкой и подвижной газовой фазами;
- Б. Распределение смеси веществ на колонке с сорбентом по отдельным зонам в результате повторения актов сорбции и десорбции при пропускании через колонку газа-носителя;
- В. Сорбция газа-носителя на твёрдом сорбенте колонки;
- Г. Обратимая хемосорбция ионов анализируемого раствора; Д. Измерение поглощения электромагнитного излучения.

2. Основными узлами блок-схемы газового хроматографа являются:

- А. Баллон со сжатым газом;
- Б. Блок подготовки газа-носителя;
- В. Испаритель;
- Г. Хроматографическая колонка;
- Д. Дифракционная решётка;
- Е. Детектор;
- Ж. Сосуд для сбора элюента;
- З. Инжектор;
- И. Самописец.

3. В качестве газа-носителя используют:

- А. Водород;
- Б. Кислород;
- В. Гелий;
- Г. Азот;
- Д. Озон.

4. Различают следующие виды колонок:

- А. Насадочная;
- Б. Микронасадочная;
- В. Ионообменная;
- Г. Ротационная;
- Д. Капиллярная.

5. В качестве твёрдых сорбентов применяют:

- А. Диатомит;
- Б. Кизельгур;
- В. Тефлон;
- Г. Полистирол;
- Д. Кварц;
- Е. Крахмал.

6. В качестве неподвижной жидкой фазы используют:

- А. Вазелиновое масло;
- Б. Сложные эфиры;
- В. Силоксановые полимеры с привитыми функциональными группами;
- Г. Полигликоли;
- Д. Воду.

7. Температурный режим:

- А. Комнатная температура;
- Б. Изотермический;
- В. Программирование температуры;
- Г. Температура кипения воды.

8. Детектор предназначен:

- А. Для обнаружения изменений в составе газа, прошедшего через колонку;
- Б. Для разделения веществ;
- В. Для идентификации соединений.
- Г. Для обнаружения состава жидкой фазы в хроматографической колонке.

9. Для анализа веществ используют детекторы:

- А. По теплопроводимости;
- Б. Пламенно-ионизационный;
- В. Электронно-захватный;
- Г. Пламенно-фотометрический;

- Д. Рефрактометрический;
- Е. Потенциометрический.

10. Для оценки хроматографического разделения используют следующие критерии:

- А. Степень разделения (селективность);
- Б. Критерий селективности жидкой фазы;
- В. Разрешение;
- Г. Эффективность;
- Д. Чувствительность.

12. К преимуществам ГЖХ относится:

- А. Высокая чувствительность;
- Б. Хорошая воспроизводимость;
- В. Точность;
- Г. Универсальность;
- Д. Возможность анализа термически неустойчивых соединений;
- Е. Селективность.

**б) критерии оценивания компетенций (результатов):**

Задания оцениваются по уровню сложности.

**в) описание шкалы оценивания:**

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
| 5  | 10 | 5  | 5  | 5  |

**Контрольная работа № 4 (5 баллов)**  
Тест-контроль «Жидкостная хроматография»

Выберите правильный ответ (один или несколько):

1. В основе метода ВЭЖХ лежит:

- А. Различие распределения компонентов между двумя фазами при прохождении одной из них в колонке под давлением.
- Б. Различия адсорбции компонентов смеси на твёрдом сорбенте.
- В. Различие распределения компонентов смеси между потоком газа-носителя и твёрдым сорбентом в колонке.

2. По механизму разделения анализируемых веществ ВЭЖХ делится на:

- А. Адсорбционную;
- Б. Распределительную;
- В. Ионообменную;
- Г. Эксклюзионную;
- Д. Ротационную.

3. Блок-схемасовременного хроматографа включает:

- А. Сосуд (сосуды) для подвижной фазы (емкость для элюента);
- Б. Насос или другой источник давления;
- В. Устройство для ввода пробы;
- Г. Испаритель;
- Д. Хроматографическая колонка;
- Е. Детектор;
- Ж. Коллектор фракций.

4. Пробу вводят в поток элюента с помощью:

- А. Микрошприца;

- Б. Петли, из которой пробу вымывают в систему элюентом;  
В. Пипетки;  
Г. Автоматического дозатора.
5. Насос жидкостного хроматографа:  
А. Подает элюент в колонку при нормальном атмосферном давлении;  
Б. Подает элюент в колонку при высоких давлениях (200-500атм.);  
В. Обеспечивает подачу элюента со скоростью от 0,1 до 10 мл/мин;  
Г. Осуществляет смену состава элюента.
6. Материалом для изготовления аналитических разделительных колонок служит:  
А. Стекло;  
Б. Медь;  
В. Нержавеющая сталь;  
Г. Алюминий.
7. В качестве сорбента используют:  
А. Тонкоизмельченный немодифицированный силикагель;  
Б. Тонкоизмельченный химически модифицированный силикагель;  
В. Активированный уголь;  
Г. Оксид алюминия;  
Д. Катионит.
8. В зависимости от полярности подвижной и неподвижной фаз жидкостная-хроматография представлена в вариантах:  
А. Однофазная;  
Б. Многофазная;  
В. Нормально-фазовая;  
Г. Обращенно-фазовая.
9. Укажите факторы, характеризующие хроматографический процесс:  
А. Состав подвижной фазы;  
Б. Сорбент;  
В. Скорость подачи элюента;  
Г. Размеры колонки;  
Д. Температурный режим.
10. По масштабу ВЭЖХ делится на:  
А. Микроколоночную;  
Б. Аналитическую;  
В. Полупромышленную;  
Г. Препаративную;  
Д. Крупнотоннажную;  
Е. Крупномасштабную.
11. Состав элюента может быть на протяжении всей хроматографической процедуры:  
А. Постоянным (изократическое элюирование);  
Б. Различным (градиентное элюирование);  
В. Переменным.
12. К группе специфических детекторов относят:  
А. Спектрофотометрический;  
Б. Электрохимический;  
В. Масс-спектрометрический;  
Г. Флуориметрический;  
Д. Рефрактометрический.

13. Работа спектрофотометрического детектора основана на измерении:

- А. Поглощения света;
- Б. Преломления света;
- В. Отражения света.

15. Идентификацию веществ методом ВЭЖХ проводят:

- А. По времени удерживания;
- Б. По УФ-спектрам;
- В. По площади пика.

16. Количественное определение содержания индивидуальных веществ проводят:

- А. Путём сравнения площадей пиков анализируемого и стандартного веществ;
- Б. Методом внутреннего стандарта;
- В. Используя градуировочный график;
- Г. Методом внутренней нормализации;
- Д. Методом компьютерной графики.

17. Укажите преимущества ВЭЖХ:

- А. Возможность исследования практически любых объектов;
- Б. «Мягкость» условий ВЭЖХ (температура, близкая к комнатной, отсутствие контакта с воздухом);
- В. Высокая эффективность разделения;
- Г. Высокая чувствительность;
- Д. Экспрессность анализа;
- Е. Дешевизна оборудования.

**б) критерии оценивания компетенций (результатов):**

Задания оцениваются по уровню сложности

**в) описание шкалы оценивания:**

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| K1 | K2 | K3 | K4 | K5 |
| 5  | 10 | 5  | 5  | 5  |

#### **4.4 Примерное типовое задание и контрольные вопросы по защите лабораторной работы (индивидуальное задание)**

*Оценочное средство № 4*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

#### **ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

Направление 04.03.01 «Химия»

Образовательная программа «Аналитическая химия»

Тема 1.4,1.5,1.6,1.7: Идентификация соединений хроматографическими методами. Количественный анализ в хроматографии. Газовая хроматография.

Лабораторная работа № 1. Нахождение оптимальных условий определения ароматических углеводородов методом газожидкостной хроматографии.

Цель работы - найти оптимальные температурные условия анализа ароматических углеводородов методом ГЖХ с использованием внутреннего стандарта – N-бутанола (или хлорбензола).

Вопросы к занятию:

1. Какие хроматографические параметры являются качественной и количественной характеристикой данного компонента?
2. В чем преимущества метода внутреннего стандарта? Какие требования предъявляются к внутреннему стандарту?
3. Перечислите и продемонстрируйте на приборе основные блоки газового хроматографа. Какие функции выполняет каждый из этих блоков?. Какие узлы газового хроматографа необходимо термостатировать?
4. Когда целесообразно использовать режим программирования температуры колонки?

Задание

1. Получить хроматограммы индивидуальных углеводородов в изотермическом режиме при различных температурах.
2. Подобрать оптимальный температурный режим для анализа смеси углеводородов.
3. Рассчитать из хроматограмм относительные времена удерживания и факторы удерживания.
4. Рассчитать погрешность определения каждого показателя.
5. Оформить отчет.

**б) критерии оценивания компетенций (результатов):**

1. самостоятельность выполнения задания по лабораторной работе;
2. правильное оформление отчета по лабораторной работе;
3. правильный ответ на индивидуальное задание;
4. умение анализировать и обсуждать полученные результаты;
5. умение формулировать выводы/заключение.

**Знать:** факторы, влияющие на величину удерживания соединений в газовой хроматографии.

**Уметь:** рассчитывать концентрации определяемых веществ, исходя из полученного аналитического сигнала.

**Владеть:** навыками работы с газовым хроматографом.

**в) описание шкалы оценивания**

Работа считается выполненной, в случае обязательного выполнения критериев 1,2. В критериях 3 - 5 допустимы недочеты, которые могут быть учтены при собеседовании студента и преподавателя. Защищенной считается работа, если студент продемонстрировал достаточный уровень

понимания материала, ответил на предложенные вопросы, ответ проиллюстрировал проверенными задачами.

Студенты, пропустившие лабораторные занятия, отрабатывают их в индивидуальном порядке в соответствии с графиком консультаций преподавателя и графиком работы специализированной лаборатории.

#### **4.5 Типовые задания интерактивных методов**

##### *Оценочное средство № 5*

Интерактивные методы позволяют учиться взаимодействовать между собой, включая преподавателя. Они соответствуют личностно-ориентированному подходу, предполагают коллективное обучение в сотрудничестве. Преподаватель выступает в роли организатора процесса обучения, лидера группы, организатора условий для проявления инициативы студентов.

Цель: понять взаимосвязь между рассматриваемыми явлениями, выстроить межтематические логические связи, научиться сопоставлять новые факты и мнения с тем, что было изучено ранее, анализировать, формировать собственное суждение, стимулировать познавательную активность.

Задачи: научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы, мысленно разделять материал на важнейшие логические связи; научить осмыслению логики и последовательности в изложении учебного материала, выделению в нем главных и наиболее существенных положений.

Интерактивные занятия проводятся в виде:

##### **Мультимедийное занятие**

Мультимедийное занятие является одной из форм интерактивного метода. На занятиях используются мультимедийные материалы, которые содержат презентации (при наличии короткие видеолекции), перемежающиеся индивидуальными заданиями в виде проблемного вопроса (теста). Студентам предлагается дать ответ на задание по ходу изучения материала.

##### **Круглый стол**

При проведении круглого стола происходит обсуждение объявленной заранее темы занятия с широким вовлечением группы. Ведение круглого стола может быть поручено группе студентов, которые заранее составляют «сценарий» проведения занятия и согласовывают его с преподавателем.

##### **Возможные темы для проведения круглого стола:**

1. Хроматографические методы в экологии.
2. Хроматографические методы и биотерроризм.

##### ***б) критерии оценивания компетенций (результатов)***

Ответ оценивается по следующим критериям:

- Правильность, полнота, логичность построения ответа;
- Умение оперировать специальными терминами;
- Умение вывести математические соотношения в соответствии с теоретическим материалом;
- Использование в ответе дополнительного материала;
- Умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

**в) описание шкалы оценивания**

На коллоквиуме ответ студента оценивается в соответствие с предлагаемой шкалой.

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Отлично</b>             | Ответ оценивается на «Отлично» при: <ul style="list-style-type: none"><li>• правильном, полном и логично построенном ответе на все вопросы билета;</li><li>• умении оперирования специальными терминами;</li><li>• использовании в ответе дополнительного материала;</li><li>• умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;</li></ul>                                                                                         |
| <b>Хорошо</b>              | Ответ оценивается на «Хорошо» при: <ul style="list-style-type: none"><li>• правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки и неточности;</li><li>• умении оперирования специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала;</li><li>• умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но при этом делаются не вполне законченные выводы или обобщения;</li></ul> |
| <b>Удовлетворительно</b>   | Ответ оценивается на «Удовлетворительно» при: <ul style="list-style-type: none"><li>• схематичном, неполном ответе;</li><li>• неумении оперировать специальными терминами или их незнании;</li><li>• с одной грубой ошибкой</li><li>• неумении приводить примеры практического использования научных знаний.</li></ul>                                                                                                                                  |
| <b>Неудовлетворительно</b> | Ответ оценивается как «Неудовлетворительно» при: <ul style="list-style-type: none"><li>• ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками;</li><li>• неумении оперировать специальной терминологией;</li><li>• неумении приводить примеры практического использования научных знаний.</li></ul>                                                                                                                                                          |

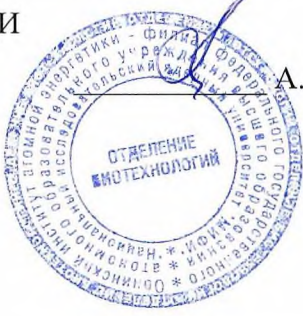
ФОС составили:

Г.М. Хомушку – доцент отделения биотехнологий, кандидат химических наук, доцент

Рецензент:

О.А. Ананьева – доцент отделения биотехнологий, кандидат химических наук

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Рассмотрен на заседании отделения<br/>биотехнологий и рекомендован к одобрению<br/>Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ</p> <p>(протокол № <u>9/1</u> от «<u>21</u>» <u>04</u> 20<u>23</u> г.)</p> | <p>Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ<br/>НИЯУ МИФИ</p> <p> А.А. Котляров</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|