

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 20.05.2024 14:12:10 Уникальный программный ключ: 891954b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e877fa1f3	МИНОВЕР НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Хроматография" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	---	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

### **Хроматография**

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Органическая и биоорганическая химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2024

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2024 г.





## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов представления о хроматографии как методе анализа, разделения многокомпонентных смесей и изучения физико-химических свойств веществ.

Задачи курса сводятся к следующему:

1. Рассмотрение специфики хроматографических методов, их сочетания с другими методами в разделении и анализе органических и неорганических веществ.

2. Овладение техникой проведения хроматографического процесса.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов компетенций УК-1 и ПК-1:

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации;

ПК-1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.ДВ.02.01

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Аналитическая химия

Органическая химия

Физическая химия

Высокомолекулярные соединения

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий**

#### Знать:

Для достижения УК-1.2 знать: алгоритмы проведения критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач;

#### Уметь:

Для достижения УК-1.2 уметь: использовать критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач в области физико-химических методов разделения и анализа органических и неорганических веществ;

#### Владеть:

Для достижения УК-1.2 владеть: навыками критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач в области методов разделения и анализа веществ.

**ПК-1: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук**

#### Знать:

Для достижения ПК-1.2 знать: принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; принципы действия детекторов, используемых в газовой и жидкостной хроматографии;

#### Уметь:

Для достижения ПК-1.2 уметь: использовать характеристики удерживания и критерии разделения веществ; применять их для качественной и количественной интерпретации хроматограмм;

#### Владеть:

Для достижения ПК-1.2 владеть: навыками по обращению с приборами и оборудованием, необходимым для современных хроматографических методов и способов подготовки веществ и их смесей к проведению исследования.



**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	принципы разделения, лежащие в основе современных хроматографических методов; принципы действия детекторов, используемых в газовой и жидкостной хроматографии; факторы, определяющие селективность различных хроматографических систем и размывание зон разделяемых компонентов;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать характеристики удерживания и критерии разделения веществ; применять их для качественной и количественной интерпретации хроматограмм;
3.2.2	использовать основные типы сорбентов и подвижных фаз и принципы их выбора для оптимизации разделения заданных смесей веществ;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками по обращению с приборами и оборудованием, необходимым для современных хроматографических методов и способов подготовки веществ и их смесей к проведению исследования;
3.3.2	навыками обработки полученных экспериментальных данных.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 54 самостоятельная работа : 12,5 : контактная работа: 59,5 ИКР: 0	Виды контроля в семестрах:  зачеты 9

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Понятие о хроматографическом процессе. Классификация хроматографических методов</b>			
1.1	Понятие о хроматографическом процессе. История развития хроматографии. Классификация хроматографических методов (по агрегатному состоянию фаз, механизмам удерживания и др.) /Лек/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.2	Основные понятия в хроматографии. Формирование представлений о классификации хроматографических методов, характеристиках удерживания /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3
	<b>Раздел 2. Теория хроматографии. Равновесная и неравновесная хроматография</b>			
2.1	Теории хроматографии. Понятие о теоретической тарелке. Концепция «запаздывания». Причины размывания зон. Уравнение ВЭТТ /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
2.2	Теория хроматографии. Равновесная и неравновесная хроматография /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
	<b>Раздел 3. Элюционные характеристики, критерии удерживания. Интерпретация хроматограмм</b>			
3.1	Характеристики удерживания (время, объем, индексы удерживания). Качественный и количественный анализ в хроматографии /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
3.2	Элюционные характеристики, критерии удерживания. Интерпретация хроматограмм /Ср/	9	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3



3.3	Качественный и количественный анализ хроматограмм /Лаб/	9	4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 4. Газо-жидкостная хроматография</b>				
4.1	Классификация неподвижных фаз в ГЖХ. Селективность и эффективность ГЖХ. Детекторы /Лек/	9	3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
4.2	Хроматомасс-спектрометрия. Знакомство с устройством и работой хроматомасс- спектрометра. Детекторы в ГЖХ /Лаб/	9	8	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3
4.3	Газо-жидкостная хроматография /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3
4.4	Консультации студентов по выполнению семестровых заданий /КонтАт/	9	2	Л1.1Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 5. Влияние температуры на хроматографический процесс</b>				
5.1	Влияние температуры на характеристики удерживания (изотермический процесс, программирование температуры во времени, хроматермография) /Лек/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
5.2	Влияние температуры на хроматографический процесс /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 6. Жидкостно-жидкостная хроматография</b>				
6.1	Термодинамические основы метода. Влияние характеристик подвижной и неподвижной фаз на удерживание и селективность. Детекторы в ЖХ. Бумажная хроматография /Лек/	9	1	Л1.1Л2.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3
6.2	Бумажная хроматография. Разделение модельной смеси (аминокислот / сульфаниламидов) методом радиальной (восходящей) бумажной хроматографии /Лаб/	9	4	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
6.3	Жидкостно-жидкостная хроматография /Ср/	9	1	Л1.1Л2.2 Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3
6.4	Защита отчетов по практическим работам /КонтАт/	9	3,5	Л1.1Л2.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 7. Адсорбционная хроматография. Осадительная хроматография</b>				
7.1	Классификация адсорбатов и адсорбентов. Элюотропный ряд растворителей. Тонкослойная хроматография. Осадительная хроматография. /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3
7.2	Тонкослойная хроматография. Разделение модельной смеси (углеводов/витаминов) методом ТСХ /Лаб/	9	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3
7.3	Осадительная хроматография. Определение никеля методом осадительной хроматографии /Лаб/	9	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3
7.4	Адсорбционная хроматография. Осадительная хроматография /Ср/	9	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 8. Ионообменная хроматография</b>				
8.1	Классификация ионитов. Обменная емкость. Селективность ИОХ. Кинетика процесса ионного обмена и размывание хроматографических зон /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3
8.2	Ионообменная хроматография. Разделение смеси аминокислот методом ИОХ /Лаб/	9	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3



8.3	Ионообменная хроматография /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 9. Хроматографические методы для очистки и разделения полимеров и биологически активных веществ</b>				
9.1	Гель-проникающая и аффинная хроматография как методы очистки и разделения молекул. Селективность и размывание зон. /Лек/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Э1 Э2 Э3
9.2	Хроматографические методы для очистки и разделения полимеров и биологически активных веществ /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 10. Оптимизация хроматографических процессов</b>				
10.1	Оптимизация хроматографического процесса по разрешающей способности и скорости подвижной фазы /Лек/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
10.2	Оптимизация хроматографических процессов /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 11. Капиллярный электрофорез</b>				
11.1	Основы метода, области применения. Причины возникновения электро-осмотического потока и его роль в разделении компонентов. Особенности детектирования. Качественный и количественный анализ в КЭ. Эффективность и селективность, причины уширения полос. Варианты КЭ, их принципиальные особенности /Лек/	9	2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
11.2	Капиллярный электрофорез. Знакомство с устройством и работой оборудования для капиллярного электрофореза /Лаб/	9	8	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3
11.3	Капиллярный электрофорез /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчет по лабораторной работе  
Контрольные вопросы  
Семестровые задания  
Вопросы для зачета

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерные вопросы к лабораторной работе № 1. Бумажная хроматография  
1. Объяснить положение хроматографических зон разделяемых компонентов.  
2. Привести примеры групповых и специфических реакций разделяемых компонентов (аминокислот, сульфаниламидов).

Примеры семестровых заданий

Семестровое задание № 1. Газо-жидкостная хроматография

Рассчитать из хроматограммы объемы удерживания компонентов; концентрации компонентов в пробе, определить природу неподвижной фазы, предположить структуру неизвестных компонентов, исходя из их положения на хроматограмме.

Семестровое задание № 2.

Определить структурную формулу вещества по его масс-спектру. Объяснить происхождение присутствующих в спектре осколочных ионов.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Примерные вопросы для зачета:

1. Понятие о хроматографическом процессе. Подвижная, неподвижная фазы. Классификация хроматографических методов.



2. В чем преимущества элюентной хроматографии перед фронтальной и вытеснительной?
3. Силы удерживания в хроматографии.
4. Причины размывания хроматографических зон. Уравнение ВЭТТ.
5. Изобразите график зависимости  $N$  от скорости потока в газовой и жидкостной хроматографии.
6. Какие параметры можно использовать для идентификации компонентов смеси?
7. Возможности и ограничения различных количественных методов хроматографического анализа.
8. Какова роль основных узлов в газовом и жидкостном хроматографах? Что у них общего и каковы принципиальные различия?
9. Детекторы в газовой хроматографии.
10. Влияние температуры на хроматографический процесс. Программирование температуры.
11. Неподвижные фазы в распределительной хроматографии.
12. Бумажная хроматография, причины размывания зон компонентов.
13. Неподвижные фазы в адсорбционной хроматографии.
14. Сравните роль подвижной фазы в газовой и жидкостной хроматографии.
15. Жидкостная адсорбционная хроматография. Элюотропный ряд.
16. Детекторы в жидкостной хроматографии.
17. Что такое градиентное элюирование? В чем его преимущества?
18. Тонкослойная хроматография, причины размывания зон компонентов.
19. Гель-проникающая хроматография, ее селективность.
20. Ионообменная хроматография, ее селективность.
21. Аффинная хроматография, ее селективность.
22. Осадочная хроматография, причины размывания зон компонентов.
23. Капиллярная хроматография, ее преимущества перед обычной колоночной.
24. Критерии разделения в хроматографии.
25. Назовите перспективные хроматографические методы. Каковы направления их развития?
26. Назовите источники систематических погрешностей при хроматографических определениях.
27. Что такое электрофоретическая подвижность? От чего она зависит?
28. Причины массопереноса в условиях капиллярного зонного электрофореза.
29. Что такое электроосмотический поток и каково его значение в капиллярном электрофорезе?
30. Особенности детектирования в капиллярном электрофорезе.

#### 6.4. Критерии оценивания

##### Критерии оценивания отчета по лабораторной работе

Зачтено - выполнение лабораторной работы, полный и развернутый отчет с правильно произведенными расчетами, приведенными уравнениями реакций, обоснованными выводами, даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; допустимы ошибки, исправляемые студентом.

Незачет - выполнение лабораторной работы, в отчете допущены существенные ошибки, отсутствуют уравнения реакций, сделаны необоснованные выводы; или отсутствует отчет по практической работе.

##### Критерии оценивания семестрового задания

Зачтено - полный анализ хроматограммы и правильно выполненные расчеты, или правильная идентификация неизвестного вещества по масс-спектру с указанием происхождения полученных фрагментов;

Незачет - допущены ошибки в расчетах характеристик удерживания и концентраций компонентов, определении природы неподвижной фазы или неизвестных компонентов, или неправильная идентификация вещества по масс- спектру.

##### Критерии оценивания ответа на зачете

«Зачтено» - развернутый и полный ответ, допускающий отдельные неточности в изложении материала; владение понятийным аппаратом и содержанием учебного материала; умение связать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, фактами; обоснованные выводы;

"Незачет" - разрозненные и бессистемные знания по предмету; беспорядочное изложение материала; искажающие смысл ошибки в определении понятий и формулировке теоретических положений; неумение применять знания для объяснения фактов.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
---------------------	----------	-------------------	--------



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Бёккер Ю., Курова В. С.	Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89008">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=89008</a> )	Москва : РИЦ Техносфера, 2009	ЭБС
Л1.2	Долгоносов А. М., Рудаков О. Б., Прудковский А. Г.	Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование ( <a href="https://e.lanbook.com/book/183603">https://e.lanbook.com/book/183603</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Айвазов Б. В.	Введение в хроматографию: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=477087">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=477087</a> )	Москва : Высшая школа, 1983	ЭБС
Л2.2	Ярышев Н. Г., Медведев Ю. Н., Токарев М. И., Бурихина А. В., Камкин Н. Н.	Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=426720">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=426720</a> )	Москва : Прометей, 2015	ЭБС
Л2.3	Сычев С. Н., Гаврилина В. А.	Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем ( <a href="https://e.lanbook.com/book/211127">https://e.lanbook.com/book/211127</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

#### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Кропачева О. И.	Методы жидкостной хроматографии: методические указания к лабораторным работам	Челябинск : Издательство Челябинского государственного университета, 2013	Абонемент НБ ЧелГУ 2 корп. 44 экз.

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный. <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>			
Э2	Лань: электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – Санкт-Петербург, 2011 – . – URL: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> . – режим доступа: Доступ к полным текстам с любого компьютера, после регистрации из сети ЧелГУ. – Текст : электронный. <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>			
Э3	Университетская библиотека ONLINE: электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – Москва, 2010 – . – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> . – Режим доступа : Доступ к полным текстам с любого компьютера, после регистрации из сети ЧелГУ. – Текст : электронный. <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>			

#### 7.3 Перечень информационных технологий

##### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

MS Office365

LMS Moodle

##### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс]: база данных / Челяб. гос. ун-т. - Челябинск, 1992 - .
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. ChemNet : официальное электронное издание [химические наука и образование в России] // Моск. гос. ун-т; Хим. фак. – Москва, 2000 – . – URL : [www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Хроматография" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 9

5. Комарова, Н. В. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель» / Н. В. Комарова, Я. С. Каменцев. – Текст : электронный. – URL: <http://www.lumex.ru/library/publication17.pdf>, – Режим доступа: свободный

#### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: доска, парты, мультимедийное и аудиооборудование.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: Периодическая таблица Д.И. Менделеева, набор электронных таблиц и презентаций к лекциям по дисциплине; а также используется переносное и/или стационарное мультимедийное оборудование (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: посадочных мест – 44, учебная мебель, плазменный телевизор LG 50PV350 50", ноутбук iRUPatriot 707 coreWin8 – переносной, акустическая система.

Программное обеспечение:

MS Office 2010 Pro. (№ лицензии: 48780632. Лицензионное соглашение Open License 68753219ZZE1307. Дата с 11.07.2011.), PSPP (свободное программное обеспечение, лицензия GNU GPL).

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий : лаборатория высокомолекулярных соединений

Основное оборудование:

Весы электронные ВЛТ-150П «Сартогосм», колориметр фотоэлектрический КФК-2МП, колбонагреватель LOIPLH- 250, весы электронные ЛВ-210А, аквадистиллятор ДЭ-4, рН-метр-иономер «Эксперт-001», компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами, спектрофотометр СПЕКС ССП 705-4, термостат циркуляционный LT- 311а, шкаф сушильный ES-4620, плитка настольная.

Программное обеспечение:

MS Windows XP Professional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.

Помещение для самостоятельной работы: Читальный зал № 1

Основное оборудование: посадочных мест – 50, 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД, учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Microsoft Office 2016 Pro(Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18), Консультант Плюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации), ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017 г.).

Или иные, удобные для обучающегося, помещения для самостоятельной работы с компьютерной техникой и с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

#### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

С целью приобретения практических навыков при изучении дисциплины проводятся 1–2 экскурсии в специализированные лаборатории для ознакомления студентов с устройством и принципом действия современных хроматографов, например, хроматомасс-спектрометром, и прибора для капиллярного электрофореза типа «Капель».

Для получения оценки "Зачтено" студент должен выполнить 5 практических работ, составить по ним полный и развернутый отчет с правильно произведенными расчетами, уравнениями реакций, обоснованными выводами, ответами на контрольные вопросы. Выполнение семестрового задания предполагает полный анализ хроматограммы и правильно выполненный расчет концентрации вещества, а также идентификацию неизвестного вещества по масс-спектру с указанием происхождения полученных фрагментов; на зачете должен дать развернутый и полный ответ на



один из вопросов, допускающий отдельные неточности в изложении материала; показать владение понятийным аппаратом и содержанием учебного материала.

"Незачтено" - Неполное выполнение предыдущего пункта. Разрозненные и бессистемные знания по предмету; искажающие смысл ошибки в определении понятий и формулировке теоретических положений в ответе на вопрос зачета.

Итоговый зачет проводится в письменной форме в присутствии преподавателя и предполагает полный и развернутый ответ на один из вопросов перечня. На подготовку ответа отводится не более 60 мин. Запрещается пользоваться учебной литературой, шпаргалками, мобильными устройствами. После проверки ответа преподавателем следует устный опрос.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется как в режиме реального (платформа Microsoft Teams), так и отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, электронная почта).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, сообщений в Moodle, социальных сетей и др.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение (ЭО), дистанционные образовательные технологии (ДОТ) предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением ЭО и ДОТ осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, наушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств;



доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой CleVu с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.