

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Хагуров Г.А.  
подпись  
« 29 » мая 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***Б1.В.03 ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ***

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) - Неорганическая химия и химия  
координационных соединений

Форма обучения - очная

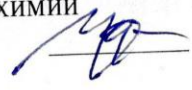
Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Краснодар 2020


Рабочая программа дисциплины ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки - 04.03.01 Химия.


Программу составил А.И. Офлиди, доцент, канд. хим. наук 

Рабочая программа дисциплины ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (разработчика) протокол № 10 «15» 05 2020г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н. 

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (выпускающей) протокол № 10 «15» 05 2020 г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н. 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 «25» 05 2020 г.  
Председатель УМК факультета к.х.н. Беспалов А.В. 

Рецензент:

Фролов В.Ю., директор ООО «Ланэс», канд. хим. наук

# **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

## **1.1 Цель освоения дисциплины**

Формирование современных представлений о координационных соединениях, методиках их синтеза, очистки и идентификации; основных физико-химических методах исследования строения и свойств координационных соединений, раскрытие причинно-следственных связей между составом, строением, свойствами и применением комплексных соединений.

## **1.2 Задачи дисциплины**

- освоение и применение основных понятий химии координационных соединений, теорий строения, термодинамических и кинетических аспектов реакций комплексообразования, физико-химических методов исследования строения и свойств комплексов и практического использования координационных соединений и их свойств в профессиональной сфере;

- приобретение необходимых навыков для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы по химии координационных соединений; использования современных физико-химических подходов, приемов и методов для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц;

- формирование умений самостоятельно применять, пополнять и систематизировать полученные знания, устанавливать качественные и количественные зависимости свойств комплексов от их строения.

## **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 04.03.01 «Химия».

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Неорганическая химия», «Кристаллография».

Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных задач по дисциплинам «Направленный синтез неорганических и координационных соединений», «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями», «Химия твердого тела», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

#### 1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов	основные теории строения координационных соединений	использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания реакций комплексных частиц	основными методиками синтеза и исследования координационных соединений
2	ПК-4	Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	об использовании координационных соединений в различных областях человеческой жизни	использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы	навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		3	4		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>124,4</b>	<b>72,2</b>	<b>52,2</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>118</b>	<b>68</b>	<b>50</b>		
Занятия лекционного типа	50	34	16	-	-
Лабораторные занятия	68	34	34	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	4	2		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,4	0,2	0,2		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>55,6</b>	<b>35,8</b>	<b>19,8</b>		
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	28	18	10	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	-	-	-	-	-
<i>Реферат</i>	-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	27,6	17,8	9,8	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	-	-	-		
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>124,4</b>	<b>72,2</b>	<b>52,2</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия химии координационных соединений	23	6	-	8	9

2.	Химическая связь в координационных соединениях	19	10	-	-	9
3.	Комплексообразователи и лиганды	35	10	-	16	9
4.	Термодинамика комплексообразования	26,8	8	-	10	8,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	103,8	34	-	34	35,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
5.	Синтез и реакционная способность координационных соединений	26	4	-	16	6
6.	Физико-химические методы в координационной химии	26	6	-	14	6
7.	Прикладные аспекты химии координационных соединений	17,8	6	-	4	7,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>	69,8	16	-	34	19,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные понятия химии координационных соединений	Краткая история развития химии координационных соединений. Общие сведения и понятия о координационных соединениях. Центральный атом – комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы. Степень окисления и координационное число центральных ионов. Дентатность лигандов. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений. Изомерия комплексных соединений: гидратная, ионизационная, координационная (в т.ч. координационная полимерия), структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.	Устный опрос Контрольная работа
2.	Химическая связь в координационных соединениях	Модельные подходы к объяснению параметров химического связывания в координационных соединениях. Электростатический подход: модель мультипольных взаимодействий и концепция электронейтральности. Теория кристаллического поля. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей. Эффект Яна-Теллера. Метод валентных связей. Низко- и высокоспиновые комплексы. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля. Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных	Устный опрос Контрольная работа

		частицах.	
3.	Комплексообразователи и лиганды	<p>Обзорный анализ комплексообразующих свойств химических элементов: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения комплексов. Общая классификация лигандов. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения. Амбидентатность лигандов. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах. Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому. Макроциклический эффект. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями. Лиганды ди- и полиядерных комплексов. Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов.</p>	Устный опрос Контрольная работа
4.	Термодинамика комплексообразования	<p>Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь. Константы устойчивости координационных соединений. Расчеты равновесий комплексообразования. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов. Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинового состояния, гибридизации). Термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов. Влияние растворителя как среды и химического реагента на комплексообразование.</p>	Устный опрос Контрольная работа
5.	Синтез и реакционная способность координационных соединений	<p>Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Термодинамически и кинетически контролируемые реакции синтеза. Примеры синтеза координационных соединений с монодентатными, хелатными и</p>	Устный опрос Контрольная работа



		<p>макроциклическими лигандами. Особенности синтеза полиядерных соединений. Темплатный синтез комплексных частиц. Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий комплексообразования. Окисление или восстановление доминирующего комплекса в системе комплексных частиц. Классификация реакций комплексных частиц. Формальная кинетика описания реакций. Понятие о кинетической устойчивости координационных соединений. Механизмы реакций замещения лигандов. Эффекты транс-влияния в квадратных и октаэдрических комплексах.</p>	
6.	<p>Физико-химические методы в координационной химии</p>	<p>Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии. Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография). Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР, <math>\gamma</math>-резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.)). Электрохимические методы (потенциометрия, полярография). Экстракционные методы. Калориметрические методы, в т.ч. методы термического анализа. Исследования растворимости. Ионообменные методы. Компьютерное моделирование.</p>	<p>Устный опрос Контрольная работа</p>
7.	<p>Прикладные аспекты химии координационных соединений</p>	<p>Координационные соединения в живых организмах. Понятие о биокоординационной химии. Биоконплексы и биокластеры. Биоконплексы с анионами неорганических кислот. Биоконплексы с аминокислотами и белками. Биоконплексы с порфиринами. Токсичность металлов: роль комплексообразования.</p>	<p>Реферат</p>

	<p>Основные аспекты применения координационных соединений.          Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты.          Материалы на основе комплексных соединений: люминесцентные, магнитные, фотохромные и пр.          Комплексы в гальванотехнике, аналитической химии и др. областях.</p>	
--	---	--

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	<b>Лаб. работа:</b> Общие свойства координационных соединений.	Отчет по лабораторной работе
2.	<b>Лаб. работа:</b> Координационные соединения s- и p-элементов.	Отчет по лабораторной работе
3.	<b>Лаб. работа:</b> Комплексные соединения d-элементов.	Отчет по лабораторной работе
4.	<b>Лаб. работа:</b> Комплексные соединений с различными типами лигандов.	Отчет по лабораторной работе
5.	<b>Лаб. работа:</b> Прочность комплексных соединений.	Отчет по лабораторной работе
6.	<b>Лаб. работа:</b> Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования.	Отчет по лабораторной работе
7.	<b>Лаб. работа:</b> Методы синтеза координационных соединений.	Отчет по лабораторной работе
8.	<b>Лаб. работа:</b> Реакционная способность координационных соединений.	Отчет по лабораторной работе
9.	<b>Лаб. работа:</b> Цветность комплексных соединений.	Отчет по лабораторной работе

10.	<b>Лаб. работа:</b> Исследование комплексообразования методом потенциометрии.	Отчет по лабораторной работе
11.	<b>Лаб. работа:</b> Исследование комплексообразования методом электронной спектроскопии.	Отчет по лабораторной работе
12.	<b>Лаб. работа:</b> Применение комплексных соединений	Отчет по лабораторной работе

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	<p>1. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 1. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 439 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02960-4. – Режим доступа: <a href="https://biblio-online.ru/book/CA816A98-1F89-4B19-AAE0-7C7AE5C14DBF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1">https://biblio-online.ru/book/CA816A98-1F89-4B19-AAE0-7C7AE5C14DBF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1</a></p> <p>2. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 229 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02962-8. – Режим доступа: <a href="https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2">https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2</a></p> <p>3. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учебное пособие для академического бакалавриата / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 123 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-05861-1. — Режим доступа : <a href="http://www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F">www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F</a></p> <p>4. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>

2.	Подготовка к текущему контролю	<p>1. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учебное пособие для академического бакалавриата / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 123 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-05861-1. — Режим доступа : <a href="http://www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F">www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F</a></p> <p>2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>
----	--------------------------------	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) 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.

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Интерактивное обучение - путь к управлению системы самостоятельной работы студентов.

Технология интерактивного обучения заключается в том, что на протяжении всего учебного времени происходит обмен мнениями, выслушиваются и обсуждаются разные точки зрения студентов. Интерактивные методы - это способы целенаправленного усиленного взаимодействия преподаватели и студентов по созданию оптимальных условий процесса обучения.

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и рекомендаций поэтапного формирования умственных действий. При освоении дисциплины используются как традиционные, так и новые педагогические технологии. Лекции и лабораторные занятия являются традиционными при обучении в вузах и способствуют формированию у студентов базовых знаний, основных мыслительных операций, развитию логики. Лекции носят мотивационно-

познавательный характер. Лабораторные занятия являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер. Лабораторную работу, выполняемую студентом, можно считать проблемной ситуацией и ее решение позволяет реализовать творческую деятельность, развить коммуникативную способность каждого студента, научить его аргументированно выражать свои мысли в присутствии других, развивать навыки экспериментальной работы.

Для повышения эффективности учебного процесса используются следующие образовательные технологии: информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний включая использование технических и электронных средств информации; деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность; развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения; технологии личностно-ориентированного обучения, позволяющие создавать индивидуальные образовательные технологии, обеспечивающие учет различных способностей обучающихся, создание необходимых условий для развития их индивидуальных особенностей.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут быть использованы образовательные технологии, позволяющие полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности, вносить вовремя необходимые коррективы как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

##### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса и отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– 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;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Основные понятия химии координационных соединений	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Основные понятия химии координационных соединений» Контрольная работа №1 Отчет по лабораторной работе «Общие свойства координационных соединений»	Вопрос на зачете 1-4
2	Химическая связь в координационных соединениях	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Химическая связь в координационных соединениях» Контрольная работа №1	Вопрос на зачете 5-10
3	Комплексообразователь и лиганды	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Комплексообразователь и лиганды»	Вопрос на зачете 11-15

			Контрольная работа №1 Отчеты по лабораторным работам «Координационные соединения s- и p-элементов», «Комплексные соединения d-элементов», «Комплексные соединений с различными типами лигандов»	
4	Термодинамика комплексообразования	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Термодинамика комплексообразования» Контрольная работа №2 Отчеты по лабораторным работам «Прочность комплексных соединений», «Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования»	Вопрос на зачете 18
5	Синтез и реакционная способность координационных соединений	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Синтез и реакционная способность координационных соединений» Контрольная работа №2 Отчеты по лабораторным работам «Методы синтеза координационных соединений», «Реакционная способность координационных соединений»	Вопрос на зачете 16, 17, 19
6	Физико-химические методы в координационной химии	ПК-1, ПК-4	Устный опрос по теме «Физико-химические методы в координационной химии» Контрольная работа №2 Отчеты по лабораторным работам «Цветность комплексных соединений»,	Вопрос на зачете 20-23

			«Исследование комплексообразования методом потенциометрии», «Исследование комплексообразования методом электронной спектроскопии»	
7	Прикладные аспекты химии координационных соединений	ПК-1, ПК-4	Реферат Отчет по лабораторной работе «Применение комплексных соединений»	Вопрос на зачете 24

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-1 – Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов;	<i>Знает</i> – основные теории строения координационных соединений	<i>Знает</i> – основные теории строения координационных соединений	<i>Знает</i> – основные теории строения координационных соединений
	<i>Имеющиеся знания неполные, не вполне осознанные</i>	<i>Имеющиеся знания являются полными и преимущественно осознанными</i>	<i>Имеющиеся знания являются полными и осознанными</i>
	<i>Умеет</i> – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания	<i>Умеет</i> – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания	<i>Умеет</i> – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения особенностей протекания



	<p>реакций комплексных частиц</p> <p><i>При выполнении заданий достигает минимально допустимый уровень в решении поставленных задач</i></p>	<p>реакций комплексных частиц</p> <p><i>При выполнении заданий нуждается в консультациях</i></p>	<p>реакций комплексных частиц</p> <p><i>Свободно владеет умением, проявляя элементы самостоятельного творческого подхода</i></p>
	<p><i>Владеет – основными методиками синтеза и исследования координационных соединений</i></p> <p><i>Владение сформировано слабо</i></p>	<p><i>Владеет – основными методиками синтеза и исследования координационных соединений</i></p> <p><i>Владение сформировано не полностью, студент успешно действует в стандартных ситуациях, но затрудняется в решении менее тривиальных задач</i></p>	<p><i>Владеет – основными методиками синтеза и исследования координационных соединений</i></p> <p><i>Действует на продуктивном уровне, способен принимать решения в ситуациях, требующих нестандартного подхода</i></p>

ПК-4 – Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области их возможного применения	<p><i>Знает</i> – об использовании координационных соединений в различных областях человеческой жизни</p> <p><i>Имеющиеся знания неполные, не вполне осознанные</i></p>	<p><i>Знает</i> – об использовании координационных соединений в различных областях человеческой жизни</p> <p><i>Имеющиеся знания являются полными и преимущественно осознанными</i></p>	<p><i>Знает</i> – об использовании координационных соединений в различных областях человеческой жизни</p> <p><i>Имеющиеся знания являются полными и осознанными</i></p>
	<p><i>Умеет</i> – использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы</p> <p><i>При выполнении заданий достигает минимально допустимый уровень в решении поставленных задач</i></p>	<p><i>Умеет</i> – использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы</p> <p><i>При выполнении заданий нуждается в консультациях</i></p>	<p><i>Умеет</i> – использовать полученные знания для постановки, проведения и интерпретации результатов экспериментальной работы</p> <p><i>Свободно владеет умением, проявляя элементы самостоятельного творческого подхода</i></p>
	<p><i>Владеет</i> – навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности</p> <p><i>Владение</i></p>	<p><i>Владеет</i> – навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности</p> <p><i>Владение сформировано не полностью, студент</i></p>	<p><i>Владеет</i> – навыками использования знаний и умений в области координационной химии в практической деятельности</p> <p><i>Действует на продуктивном уровне, способен принимать</i></p>

	<i>сформировано слабо</i>	<i>успешно действует в стандартных ситуациях, но затрудняется в решении менее тривиальных задач</i>	<i>решения в ситуациях, требующих нестандартного подхода</i>
--	---------------------------	---	--

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:**

### *Устный опрос*

**Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

**Тема: «Основные понятия химии координационных соединений»**

1. Краткая история развития химии координационных соединений.
2. Общие сведения и понятия о координационных соединениях.
3. Центральные атом – комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы.
4. Степень окисления и координационное число центральных ионов.
5. Дентатность лигандов.
6. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений.
7. Детальные, полные и сокращенные формулы координационных соединений.
8. Изомерия комплексных соединений: гидратная, ионизационная, координационная (в т.ч. координационная полимерия), структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная.
9. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.

**Тема: «Химическая связь в координационных соединениях»**

1. Модельные подходы к объяснению параметров химического связывания в координационных соединениях.
2. Электростатический подход: модель мультипольных взаимодействий и концепция электронейтральности.
3. Теория кристаллического поля.
4. Объяснение спектральных и магнитных свойств комплексов.
5. Проблема стабилизации состояний окисления комплексообразователей.
6. Эффект Яна-Теллера.
7. Метод валентных связей.

8. Низко- и высокоспиновые комплексы.
9. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы.
10. Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля.
11. Анализ возможностей и ограничений применения подходов к описанию химической связи в комплексных частицах.

### **Тема: «Комплексообразователи и лиганды»**

1. Обзорный анализ комплексообразующих свойств химических элементов: значения координационных чисел, характерные лиганды, устойчивости и геометрия комплексов, наиболее адекватные модели строения комплексов.
2. Общая классификация лигандов.
3. Лиганды молекулярных комплексов: атомы, ионы, дигомо-, полигомо- и гетероядерные неорганические молекулы, органические соединения.
4. Амбидентатность лигандов.
5. Хелатные лиганды, понятие о хелатном и полихелатном эффектах.
6. Макроциклические лиганды, их классификация по Яцимирскому.
7. Макроциклический эффект.
8. Лиганды комплексов с многоцентровыми координационными связями.
9. Лиганды ди- и полиядерных комплексов.
10. Молекулы растворителей как лиганды сольваток комплексов.

### **Тема: «Термодинамика комплексообразования»**

1. Термодинамические характеристики реакций комплексообразования, их взаимосвязь.
2. Константы устойчивости координационных соединений.
3. Расчеты равновесий комплексообразования.
4. Основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов.
5. Ряд Ирвинга-Уильямса для изохорно-изозарядных ионов.
6. Закономерности изменения последовательных констант устойчивости (статистическая и "химическая" компоненты, влияние природы лиганда, спинового состояния, гибридизации).
7. Термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов.
8. Влияние растворителя как среды и химического реагента на комплексообразование.

### **Тема: «Синтез и реакционная способность координационных соединений»**

1. Стратегия синтеза координационных соединений.
2. Прямые и косвенные пути синтеза.

3. Термодинамически и кинетически контролируемые реакции синтеза.
4. Примеры синтеза координационных соединений с монодентатными, хелатными и макроциклическими лигандами.
5. Особенности синтеза полиядерных соединений.
6. Темплатный синтез комплексных частиц.
7. Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий комплексообразования.
8. Окисление или восстановление доминирующего комплекса в системе комплексных частиц.
9. Классификация реакций комплексных частиц.
10. Формальная кинетика описания реакций.
11. Понятие о кинетической устойчивости координационных соединений.
12. Механизмы реакций замещения лигандов.
13. Эффекты транс-влияния в квадратных и октаэдрических комплексах.

**Тема: «Физико-химические методы в координационной химии»**

1. Общая стратегия применения физико-химических методов в координационной химии.
2. Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография).
3. Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР,  $\gamma$ -резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.).
4. Электрохимические методы (потенциометрия, полярография).
5. Экстракционные методы.
6. Калориметрические методы, в т.ч. методы термического анализа.
7. Исследования растворимости.
8. Ионообменные методы.
9. Компьютерное моделирование.

**Критерии оценки:**

<b>Критерии</b>	<b>Оценка</b>	<b>Уровень</b>
1) полное раскрытие вопроса; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) самостоятельность ответа, умение вводить и использовать собственные классификации и квалификации, анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме;	«отлично»	повышенный (продвинутый) уровень

5) использование дополнительной литературы и иных материалов и др.		
1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников.	«хорошо»	базовый уровень
1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала и материала современных учебников; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников; 4) неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.	«удовлетворительно»	пороговый уровень

### Отчеты по лабораторным работам

Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4

#### Перечень лабораторных работ

<b>Лаб. работа:</b> Общие свойства координационных соединений.
<b>Лаб. работа:</b> <b>Лаб. работа:</b> Координационные соединения s- и p-элементов.
<b>Лаб. работа:</b> Комплексные соединения d-элементов.
<b>Лаб. работа:</b> Комплексные соединений с различными типами лигандов.
<b>Лаб. работа:</b> Прочность комплексных соединений.
<b>Лаб. работа:</b> Определение термодинамических параметров реакций комплексообразования.
<b>Лаб. работа:</b> Методы синтеза координационных соединений.
<b>Лаб. работа:</b> Реакционная способность координационных соединений.

<b>Лаб. работа:</b> Цветность комплексных соединений.
<b>Лаб. работа:</b> Исследование комплексообразования методом потенциометрии.
<b>Лаб. работа:</b> Исследование комплексообразования методом электронной спектроскопии.
<b>Лаб. работа:</b> Применение комплексных соединений

### Указания к составлению отчётов о выполнении работы

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе следует заносить в рабочий журнал, отражающий всю работу студента. На обложке или на первой странице журнала должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, номер группы и название практикума. Записи в журнале производят только чернилами, лаконично, аккуратно, непосредственно после проведения опыта. Запись должна содержать:

1. Дату выполнения работы.
2. Название темы и название опыта
3. Последовательность проведения операций опыта.
4. Описание условий проведения опыта.
5. Рисунок или схему используемого прибора.
6. Уравнения всех происходящих в опытах реакций.
7. Изменение окраски веществ, выделение и характер осадка.
8. Расчеты, проводимые при выполнении работы.
9. Ответы на поставленные в руководстве вопросы.
10. Выводы.

### Критерии оценки

Критерии	Оценка	Уровень
Владение навыками планирования, прогнозирования и проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение приемами разработки и	зачтено	повышенный (продвинутый) уровень

реализации методов синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.		
Владение навыками проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение методами синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.	зачтено	базовый уровень
Отсутствие владения навыками химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; не владение методами синтеза координационных соединений; отсутствие владения техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; отсутствие владения навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.	не зачтено	уровень не сформирован

**Зачетно-экзаменационные материалы  
для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**Вопросы для подготовки к зачету  
Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

1. Основные понятия координационной теории.
2. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов.
3. Номенклатура комплексных соединений.



4. Изомерия комплексных соединений.
5. Природа химической связи в комплексных соединениях. Метод валентных связей для описания координационных соединений.
6. Теория кристаллического поля (ТКП). Расщепление *d*-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле.
7. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов.
8. Понятие о теории Яна-Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.
9. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома,  $\sigma$ - и  $\pi$ -донорные и акцепторные лиганды.
10. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений.
11. Комплексные соединения *s*- и *p*-элементов.
12. Комплексные соединения *d*-элементов.
13. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды.
14. Комплексы с макроциклическими лигандами.
15. Полиядерные комплексы.
16. Механизмы реакций комплексных соединений.
17. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере.
18. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие.
19. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева.
20. Дифракционные методы исследования координационных соединений: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография.
21. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области, колебательная спектроскопия (ИК- и комбинационного рассеяния), спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР, EXAFS-спектроскопия, спектроскопия циркулярного дихроизма.
22. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия.
23. Термогравиметрия и масс-спектрометрия комплексных соединений.
24. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.

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

**Методические рекомендации к сдаче зачета**

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных лабораторных работ. Студенты у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет освоения дисциплины. При этом студенты должны сдать отчеты по всем лабораторным работам.

### **Критерии оценки**

Ответ оценивается **«зачтено»**, если студент:

полно раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию; показал умения иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики; продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость знаний; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов; возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Ответ оценивается **«незачтено»** в следующих случаях:

не раскрыто основное содержание учебного методического материала; обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; допускает ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **5.1 Основная литература:**

1. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учебное пособие для академического бакалавриата / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза. —

М. : Издательство Юрайт, 2018. — 123 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-05861-1. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F](http://www.biblio-online.ru/book/E339FDAA-B98F-47A7-8CB9-28C4D6B4D56F) .

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Ю. М. Киселев, Н. А. Добрынина. - М. : Академия, 2007. - 344 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр.: с. 340-342. - ISBN 9785769530500.

2. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 1. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 439 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02960-4. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/CA816A98-1F89-4B19-AAE0-7C7AE5C14DBF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-1>

3. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 229 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). – ISBN 978-5-534-02962-8. – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/29B623B4-9585-4AE3-B588-D309512FB4BF/himiya-koordinacionnyh-soedineniy-v-2-ch-chast-2>

## 5.3 Периодические издания:

1. «Журнал неорганической химии».
2. «Журнал общей химии».
3. «Координационная химия».
4. «Химия и жизнь».

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО преподавание учебной дисциплины «Химия координационных соединений» предусматривает компетентностный подход в учебном процессе, который основывается на инновационных психолого-педагогических технологиях, направленных на повышение эффективности и качества формирования профессиональных навыков обучающихся. Основными формами обучения являются: лекции и лабораторные работы.

В разработанной программе использованы активные и интерактивные формы обучения: дискуссии, проблемные лекции, решение практических задач и кейсов, работа в составе малых групп.

Для успешного освоения дисциплины «Химия координационных соединений» каждый студент обеспечивается учебно-методическими

материалами (тематическими планами лекций, семинарских и лабораторных занятий, учебно-методической литературой, лабораторными практикумами, типовыми задачами).

Различные виды учебной работы, включая самостоятельную работу студента, способствуют овладению культурой мышления, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить основные положения дидактических единиц дисциплины, т.е. формируется системный подход к анализу химической информации, восприятию инноваций, что способствует готовности к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной рефлексии.

Тематика лекций и лабораторных работ соответствует содержанию программы дисциплины.

Лекции читают по наиболее важным разделам программы. Они носят проблемный характер и формируют у студентов системное представление об изучаемых разделах предмета, обеспечивают усвоение ими основных принципов и положений дисциплины «Неорганическая химия», а также готовность к восприятию научно-технических инноваций и технологий.

Лабораторные занятия проводятся с целью усвоения студентами основных теоретических, методических и организационных разделов программы, а также выработки и закреплению навыков практических умений.

Отдельные темы разделов дисциплины студенты прорабатывают самостоятельно. Содержание самостоятельной работы: чтение основной и рекомендуемой дополнительной литературы, решение ситуационных задач, что способствует развитию познавательной активности, творческого мышления студентов, прививает навыки самостоятельного поиска информации, а также формирует способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации и творческой адаптации.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **7.1 Перечень информационных технологий.**

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.

### **7.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения**

В процессе освоения дисциплины используется следующее программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

### 7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных [www.rusnano.com](http://www.rusnano.com)
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: <http://fcior.edu.ru/>.
9. Российский образовательный портал. URL: <http://www.school.edu.ru/>
10. Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
11. Зарубежные ведущие научные и учебные центры: NBS USA, MTI UK, ChLab Japan, NSRDS и др.
12. Химический каталог: химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>
13. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
14. Химик: сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>
15. Химический сервер <http://www.Himhelp.ru>

### 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащённая комплектом учебной мебели, меловой доской и переносным мультимедийным оборудованием (аудитория 439С)

2	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, меловой доской, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: весы теххимические, электрические плитки, наборы химической посуды и реактивов, водяные бани, термометры, магнитные мешалки с подогревом ММ-135Н «Таглер», рН- метр «Эксперт-001-3.04», спектрофотометр В-1100 ЭКОВЬЮ, лабораторный источник питания ПРОФКИП Б5-71/1М, весы аналитические Adventurer Pro AV114С (аудитория 439с).
3	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитория 431С)
4	Групповые (индивидуальные) консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация	аудитория 136С