

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«21» мая 2024 г.

Рабочая программа
«Органическая химия»

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Направленность (профиль)
«Медицинская и фармацевтическая химия»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании института
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена
НМК факультета биологии и экологии
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- овладение теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ представителей основных классов органических соединений углеводов, гомофункциональных соединений, гетерофункциональных соединений, гетероциклических соединений;
- овладение основами органического синтеза, физико-химическими методами анализа органических соединений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 дисциплин учебного плана (Б1.О.09.01). Она основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплины «Общая и неорганическая химия», блока дисциплин «Аналитическая химия и физические методы исследования».

В свою очередь, «Органическая химия» является базовой для дисциплин «Высокомолекулярные соединения», «Химическая технология», «Химические основы биологических процессов» и дисциплин вариативной части («Современный органический синтез» и др.).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Универсальные компетенции		
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1 Осуществляет системный анализ задачи, выделяя ее базовые составляющие.	Знать: – основы системного анализа. Уметь: – выделять базовые составляющие поставленной задачи. Владеть навыками: – применения системного подхода для решения поставленных задач.
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	УК-2.1 Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними.	Уметь: – формулировать задачи на основании поставленной цели. Владеть навыками: – определения связи между целью и задачами.
	УК-2.2 Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта.	Уметь: – определять способы решения поставленных задач и предполагаемые результаты. Владеть навыками: – отбора методов решения поставленных задач.

<p>УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.</p>	<p>УК-8.3 Выявляет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций.</p>	<p>Знать: – нормы и правила техники безопасности для химических лабораторий и производственных помещений. Уметь: – реализовать нормы и правила техники безопасности в лабораторных и технологических условиях. Владеть навыками: – безопасной организации научной и производственной деятельности в химических лабораторных и технологических помещениях.</p>
<p>Общепрофессиональные компетенции</p>		
<p>ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.</p>	<p>ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.</p>	<p>Знать: – алгоритмы анализа результатов эксперимента и теоретических исследований на основе естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки. Уметь: – применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки. Владеть навыками: – анализа результатов эксперимента и теоретических исследований.</p>
	<p>ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p>	<p>Знать: – фундаментальные понятия и закономерности в области органической химии. Уметь: – применять фундаментальные понятия для интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ. Владеть навыками: – эффективного использования фундаментальных химических понятий и закономерностей для интерпретации результатов исследований.</p>

	<p>ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>	<p>Знать: – состояние проблемы с учетом полученных и интерпретированных результатов. Уметь: – по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ формулировать заключения и выводы. Владеть навыками: – обработки массивов химической информации и формулировки заключений.</p>
<p>ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.</p>	<p>ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p>	<p>Знать: – свойства соединений и их смесей. Уметь: – обеспечивать хранение и взаимодействие соединений и их смесей, не приводящее к аварийным последствиям. Владеть навыками: – безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств.</p>
	<p>ОПК-2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.</p>	<p>Знать: – способы проведения синтетических экспериментов, исследования веществ и материалов. Уметь: – осуществлять проведение синтетических экспериментов, исследования веществ и материалов. Владеть навыками: – подготовки и проведения химического эксперимента.</p>
	<p>ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p>	<p>Знать: – стандартные методики аналитических экспериментов, исследования веществ и материалов. Уметь: – выполнять аналитические эксперименты, исследования веществ и материалов по стандартным методикам. Владеть навыками: – выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам в области химии.</p>
	<p>ОПК-2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>	<p>Знать: – стандартные способы проведения экспериментов, исследования веществ и материалов. Уметь: – осуществлять проведение экспериментов, исследование веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования. Владеть навыками: – подготовки и проведения эксперимента по исследованию свойств веществ и материалов.</p>

<p>ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.</p>	<p>ОПК-3.1 Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.</p>	<p>Уметь: – применять теоретические методы для решения стандартных задач в области органической химии. Владеть навыками: – теоретического моделирования органических систем и процессов.</p>
	<p>ОПК-3.2 Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.</p>	<p>Уметь: – выполнять расчетные эксперименты по исследованию веществ и реакций с использованием стандартного программного обеспечения. Владеть навыками: – использования стандартного программного обеспечения при решении задач химической направленности.</p>
<p>ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.</p>	<p>ОПК-4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.</p>	<p>Знать: – стандартные методики обработки численных данных синтетических и аналитических экспериментов, исследования веществ и реакций. Уметь: – обрабатывает численные данные химических экспериментов с использованием стандартных способов аппроксимации. Владеть навыками: – обработки численных данных.</p>
	<p>ОПК-4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>	<p>Знать: – фундаментальные понятия и закономерности в области органической химии. Уметь: – применять фундаментальные физические понятия для интерпретации результатов химического эксперимента. Владеть навыками: – навыками использования фундаментальных понятий для интерпретации результатов химического эксперимента.</p>
<p>ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-5.1 Использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля.</p>	<p>Уметь: – применять современные IT-технологии для решения стандартных задач в области органической химии. Владеть навыками: – использования IT-технологий при сборе, анализе, обработке и представлении информации.</p>

<p>ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.</p>	<p>ОПК-6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.</p>	<p>Уметь: – представлять полученные результаты в виде отчетов с учетом требований с учетом требований по их оформлению. Владеть навыками: – подготовки и представления полученных результатов эксперимента и теоретических исследований в виде отчетов.</p>
	<p>ОПК-6.2 Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.</p>	<p>Знать: – методы представления информации химического содержания и требования к оформлению. Уметь: – представлять химическую информацию (включая формулы) с учетом требований библиографической культуры. Владеть навыками: – представления химических структур и уравнений реакций.</p>
	<p>ОПК-6.3 Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе.</p>	<p>Уметь: – оформлять результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами. Владеть навыками: – навыками представления информации в научных публикациях и перевода коротких текстов.</p>
	<p>ОПК-6.4 Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках.</p>	<p>Уметь: – представлять полученные результаты в виде презентаций. Владеть навыками: – использования стандартных программных средств для создания презентаций.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 18 зачетных единиц, 648 акад.ч.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Основные понятия. Основы номенклатуры органических соединений.	5	2	2	6			7	Опрос. Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы
2	Основные положения теории строения органических соединений. Химическая связь в органических соединениях.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
3	Реакционная способность органических соединений. Классификация реагентов и реакций. Промежуточные частицы.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
4	Алканы.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
5	Основы стереохимии и конформационного анализа.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
6	Циклоалканы.	5	2	2	6			7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Отчет о лабораторной работе.
7	Алкены.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
8	Полимеры.	5	2	2	6			7	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
9	Диеновые углеводороды. Каучуки. Резины.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.

10	Алкины.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
11	Галогенпроизводные углеводов.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
12	Арены. Конденсированные ароматические системы.	5	2	2	6	1		8,5	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
13	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
14	Нуклеофильное ароматическое замещение.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
15	Гидроксипроизводные углеводов.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
16	Простые и сложные эфиры.	5	2	2	6			7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
17	Альдегиды и кетоны.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
18	Карбоновые кислоты и их производные.	5	2	2	6	1		7	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
		5				2	0,5	33,5	Экзамен
	Итого за 5 семестр		36	36	108	16	0,5	127,5	
19	Азотсодержащие производные карбоновых кислот.	6	2	2	8	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
20	Нитросоединения.	6	2	2	8	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
21	Амины.	6	2	2	8	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
22	Диазосоединения.	6	2	2	8	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.

23	Полифункциональные органические соединения.	6	2	2	8			11	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
24	Углеводы.	6	2	2	8	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
25	Гетероциклические соединения.	6	2	2	8	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
26	Аминокислоты.	6	2	2	8	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
27	Пептиды, белки.	6	2	2				11	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
28	Металлорганические соединения.	6	2	2	7	1		11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
29	Планирование многостадийных синтезов.	6	2	2	7	1		11	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
30	Современное оборудование для органического синтеза.	6	2	2	7			11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
31	Современные проблемы органической химии.	6	4	2		1		12	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
32	Промышленный органический синтез.	6	2	2	7			11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
33	Применение синтетических органических соединений.	6	2	2				11	Контрольная работа. Задания для самостоятельной работы.
34	Основы химии красителей.	6	2	2	8			11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
35	Биологически активные соединения.	6	2	2	8			11	Контрольная работа. Отчет о лабораторной работе. Задания для самостоятельной работы.
						2	0,5	33,5	Экзамен
	Итого за 6 семестр		36	36	108	16	0,5	127,5	
	ИТОГО		72	72	216	32	1	255	

4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Место проведения занятий в форме практической подготовки	
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		самостоятельная работа
1	Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Основные понятия. Основы номенклатуры органических соединений.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Основные положения теории строения органических соединений. Химическая связь в органических соединениях.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Реакционная способность органических соединений. Классификация реагентов и реакций. Промежуточные частицы.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Алканы.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Основы стереохимии и конформационного анализа.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Циклоалканы.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Алкены.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Полимеры.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
9	Диеновые углеводороды. Каучуки. Резины.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
10	Алкины.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
11	Галогенпроизводные углеводородов.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
12	Арены. Конденсированные ароматические системы.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
13	Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
14	Нуклеофильное ароматическое замещение.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
15	Гидроксипроизводные углеводородов.	5		2	6				Факультет биологии и экологии ЯрГУ

16	Простые и сложные эфиры.	5	2	6		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
17	Альдегиды и кетоны.	5	2	6		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
18	Карбоновые кислоты и их производные.	5	2	6		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
19	Азотсодержащие производные карбоновых кислот.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
20	Нитросоединения.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
21	Амины.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
22	Диазосоединения.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
23	Полифункциональные органические соединения.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
24	Углеводы.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
25	Гетероциклические соединения.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
26	Аминокислоты.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
27	Пептиды, белки.	6	2			Факультет биологии и экологии ЯрГУ
28	Металлорганические соединения.	6	2	7		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
29	Планирование многостадийных синтезов.	6	2	7		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
30	Современное оборудование для органического синтеза.	6	2	7		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
31	Современные проблемы органической химии.	6	2			Факультет биологии и экологии ЯрГУ
32	Промышленный органический синтез.	6	2	7		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
33	Применение синтетических органических соединений.	6	2			Факультет биологии и экологии ЯрГУ
34	Основы химии красителей.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
35	Биологически активные соединения.	6	2	8		Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	ИТОГО			72	216	

Содержание разделов дисциплины

1. Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Основные понятия. Способы изображения молекул органических соединений, молекулярные, структурные и Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия. Гомология. Основы номенклатуры органических соединений. Основные принципы построения названий органических соединений, родоначальная структура, характеристические группы. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных и непредельных радикалов. Старшинство функциональных групп.

2. Основные положения теории строения органических соединений. Углерод, электронная конфигурация; гибридизация углерода в органических соединениях. Химическая связь в

органических соединениях. Типы химических связей в органических соединениях (σ , π -связь). Физические характеристики связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость.

3. Реакционная способность органических соединений. Природа индуктивного эффекта. Классификация основных заместителей по знаку и относительной величине (сильный, слабый) индуктивного эффекта. Природа резонансного (мезомерного) эффекта. Гомолитический, гетероциклический разрыв связей. Классификация реагентов и реакций. Промежуточные частицы. Понятие о промежуточных частицах, строение промежуточных частиц (радикалы, карбокатионы, карбанионы). Кислоты и основания (Бренстед, Льюис). Сопряженные кислоты и основания. Кислотно-основные равновесия (на примере спиртов, альдегидов, кетонов, кислот и аминов). Константа кислотности (pK_a). Влияние заместителей на кислотность и основность органических соединений. Физико-химические методы исследования в органической химии.

4. Алканы. Строение, гомология, природа C–C и C–H связей, изомерия, геометрия молекулы, межатомные расстояния. Вращение вокруг C–C связей. Понятие о конформациях на примере конформаций этана и бутана. Понятие о пространственных препятствиях. Конформации *гош*-, *анти*-, заслоненные. Энергетические диаграммы. Методы получения алканов. Химические свойства алканов. Хлорирование метана. Механизм цепной радикальной реакции. Относительные скорости хлорирования C–H связей различного типа (первичных, вторичных, третичных). Строение алкильных радикалов, их стабильность. Гиперконъюгация. Селективность хлорирования и бромирования алканов. Избирательность реакции и температура. Другие радикальные реакции алканов. Крекинг термический. Окисление, горение.

5. Основы стереохимии и конформационного анализа. Изображение тетраэдрического атома углерода в проекции на плоскости. Клиновидные проекции, «лесопильные козлы», проекции Ньюмена. Конформации, конформеры. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации.

6. Циклоалканы. Энергия напряжения циклоалканов и ее количественная оценка на основании сравнения теплот образования и теплот сгорания циклоалканов и соответствующих алканов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления и окисления. Методы синтеза соединений ряда циклопропана и циклобутана. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана.

7. Алкены. Электронное строение двойной связи C=C. Энергия π - и σ -связи в этилене. Геометрическая изомерия. (*цис-транс*- и *Z/E*- номенклатура). Зависимость стабильности алкенов от степени замещения двойной связи. Синтез алкенов. Гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов. Электрофильное присоединение к алкенам. Присоединение хлора и брома к алкенам. Механизм, стереохимия, влияние заместителей на стереохимию присоединения. Гидрогалогенирование. Региоселективность электрофильного присоединения к алкенам. Правило Марковникова. Исключения из формального правила Марковникова: (1) присоединение к электронодефицитным алкенам, (2) присоединение боранов, (3) радикальное присоединение. Расширительное толкование правила Марковникова. Кислотно-катализируемая гидратация алкенов. Озонолиз алкенов.

Окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Окисление алкенов до диолов и эпоксидов.

8. Полимеры. Основные понятия. Структура, свойства.

9. Диеновые углеводороды. Сопряжённые, аллены. *s-Цис*- и *s-транс*- конформации. 1,2- и 1,4-присоединение к сопряженным диенам. Энергетический профиль реакции. Кинетически и термодинамически контролируемые реакции. Реакция Дильса-Альдера как метод образования C–C связей и синтеза шестичленных циклов. Диены и диенофилы. Методы получения сопряженных диенов (в промышленности и в лаборатории, использование реакций, катализируемых переходными металлами и их комплексами). Каучуки. Резины.

10. Алкины. Электронная природа тройной углерод-углеродной связи. Строение ацетилена. Методы синтеза алкинов. Стереоселективное гидрирование алкинов. C–H - кислотность алкинов. Использование ацетиленидов в органическом синтезе. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкенов и алкинов. Гидратация алкинов (реакция Кучерова). Ацетилен-алленовая изомеризация. Смещение тройной связи в терминальное положение. Окислительная димеризация терминальных алкинов в присутствии соединений меди. Нуклеофильное присоединение к алкинам. Синтез виниловых эфиров.

11. Галогенпроизводные углеводородов.

12. Арены. Конденсированные ароматические системы. Строение бензола. Формула Кекуле. Ароматичность. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности (энергетический, структурный, магнитный). Признаки ароматичности (реакционная способность). Аннулены. Ароматические катионы и анионы. Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др.. Гетероциклические пяти- и шестичленные ароматические соединения (пиррол, фуран, тиофен, индол, азолы, пиридин, хинолин). Антиароматические соединения. Промышленные источники ароматических углеводородов. Риформинг. Лабораторные методы синтеза (кросс-сочетание, тримеризация ацетиленов, кетонов, реакция Фриделя-Крафтса, ароматизация циклоалканов, восстановление жирноароматических кетонов). Свойства кольца и алифатической боковой цепи в ароматических углеводородах. Гидрирование. Восстановление по Бёрчу. Свободнорадикальное галогенирование толуола и его гомологов. Окисление боковой цепи алкилбензолов и поликонденсированных ароматических углеводородов.

13. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие представления о механизме реакций. Представление о π - и σ -комплексах. Изотопный обмен водорода. Арениевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация. Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Нитрование нафталина, бифенила и других аренов. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных. Сульфирование. Сульфлирующие агенты. Механизм реакции. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования на примере фенола и нафталина. Превращения сульфогруппы. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы - изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов. Ацилирование аренов по

Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции. Региоселективность ацилирования. Формилирование по Гаттерману-Коху и другие родственные реакции.

14. Нуклеофильное ароматическое замещение.

Механизм присоединения-отщепления $S_N Ar$, примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей. Анионные σ -комплексы Мейзенгеймера и их строение. Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины. Методы генерирования и фиксации дегидробензола. Строение дегидробензола. S_N1 -подобный механизм ароматического нуклеофильного замещения в реакциях гидролиза катиона арендиазония, в синтезе арилфторидов. Анион-радикальный механизм $S_{RN}1$. Нуклеофильное замещение в присутствии солей меди.

15. Гидроксипроизводные углеводов.

16. Простые и сложные эфиры. Синтез простых эфиров из спиртов, алкенов и алкилгалогенидов. Свойства (комплексы с кислотами Льюиса, расщепление кислотами, литийорганическими соединениями, образование перекисей). Краун-эфиры и их применение. Оксираны. Раскрытие цикла в оксиранах. Сложные эфиры. Синтез и свойства. Ряд ацилирующих реагентов, по убыванию электрофильности.

17. Альдегиды и кетоны. Строение альдегидов и кетонов. Физические свойства альдегидов, сравнение со спиртами. Сравнение энергий одинарных и двойных связей углерод-углерод и углерод-кислород. Методы получения альдегидов и кетонов. Присоединение нуклеофилов к карбонильной группе. Различия в реакционной способности между альдегидами и кетонами. Эффекты заместителей. Обратимость реакции, механизм. Реакция карбонильных соединений с магнием- и литийорганическими соединениями. Восстановление карбонильных соединений. Галогенирование карбонильных соединений. Альдольная конденсация в кислой и щелочной среде. Кротоновая конденсация. Енамины и их использование в синтезе. Понятие об амбидентных анионах.

18. Карбоновые кислоты и их производные. Способы синтеза карбоновых кислот. Важнейшие свойства карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация, влияние заместителей на кислотность. Замещение гидроксильной группы, восстановление, синтез производных. Декарбоксилирование. Реакции по α -углеродному атому. Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды. Синтез хлорангидридов из кислот. Механизм нуклеофильного замещения при sp^2 -углеродном атоме в $C=O$ группе. Взаимодействие с нуклеофильными реагентами, восстановление, реакции с металлоорганическими соединениями. Ангидриды карбоновых кислот и кетены. Важнейшие свойства. Непредельные к-ты. Двухосновные кислоты. Фталевая и терефталевая кислоты, получение в промышленности. Фталимид и его использование в синтезе. Фумаровая и малеиновая кислоты, их эфиры и использование в синтезе.

19. Азотсодержащие производные карбоновых кислот. Синтез амидов карбоновых кислот. Свойства (гидролиз, дегидратация, восстановление). Нитрилы. Синтез. Свойства (гидролиз, кислотность α -СН связей).

20. Нитросоединения. Синтез алифатических нитросоединений (нитрование, реакция с нитритами, окисление аминогруппы). Свойства нитросоединений – СН-кислотность, таутомерия, Конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление в амины.

Важнейшие промежуточные продукты восстановления нитробензола в кислой и щелочной среде. Парциальное восстановление динитробензола.

21. Амины. Синтез (алкилирование аммиака и аминов, синтез Габриэля, секстетные перегруппировки, восстановление азотсодержащих соединений, восстановительное аминирование. Свойства аминов Основность, реакции (алкилирование, ацилирование, нуклеофильное присоединение к карбонильной группе). Защита аминогруппы. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление –аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов.

22. Диазосоединения. Диазо- и азо- соединения. Соли диазония. Диазотирование первичных ароматических аминов. Агенты диазотирования Нитрозирование *втор.* и *трет.* аминов. Поведение солей диазония в щелочной среде. Реакции диазосоединений с выделением азота. Термическое разложение арилдиазония (реакция Шимана и образование фенолов), реакция с иодид-ионом, замещение диазогруппы на водород. Реакция Зандмейера для введения галоген-, циано-, нитрогрупп.. Реакции диазосоединений без выделения азота (восстановление, образование триазенов, азосочетание, требования к азо- и диазокомпонентам). Примеры азокрасителей (метилоранж).

23. Полифункциональные органические соединения. Молекулы, не имеющие элементов симметрии. Связь с гибридизацией углерода. Асимметрические центры. Энантиомеры. Рацематы. Рацемизация. Хиральность. Поляризация света. Различия в свойствах энантиомеров. Измерение угла оптического вращения.

24. Углеводы. Углеводы. Классификация углеводов: а) по количеству атомов С; б) по наличию С=О или СНО групп; в) по количеству циклических фрагментов. Альдозы и кетозы. Стереохимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз - глюкопиранозы и глюкофуранозы. α - и β -Аномеры. Формулы Хеурса для аномерных моносахаридов. Стереохимия. Кольчато-цепная таутомерия углеводов. Эпимеры, аномеры, мутаротация. Химические свойства глюкозы как альдегидоспирта: D-фруктоза как представитель кетоз. Дисахариды. Мальтоза, *целлобиоза*, лактоза, сахароза. Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Полисахариды – крахмал, гликоген, целлюлоза, нитроклетчатка, вискозное волокно, производство бумаги.

25. Гетероциклические соединения. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, фуран, тиофен, ароматичность, их производные в природе. Методы синтеза пятичленных гетероциклов. Метод Пааля-Кнорра. Ацидофобность пиррола и фурана и электрофильное замещение в пирроле, фуране и тиофене. Ориентация электрофильного замещения. Особенности химических свойств пиррола (кислотность пиррола, алкилирование Li, Na, K и Mg производных). Особенности химических свойств фуранов (реакция с бромом, реакция Дильса-Альдера. Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Индол. Производные индола в природе (триптофан, скатол, серотонин, гетероауксин. Индиго.). Синтез индолов по Фишеру. Механизм. Сравнение свойств индола и пиррола. Ориентация электрофильного замещения в индоле. Шестичленные гетероциклы. Пиридин, ароматичность, основность. Производные пиридина в природе (витамины, никотин, NADP). Химические свойства пиридина. Основность, Алкилирование, Реакции электрофильного замещения. N-окись пиридина, получение и использование в синтезе. Особенности химических свойств метилпиридинов и винилпиридинов. Нуклеофильное замещение в 2-, 3-, и 4-хлорпиридинах.

Нуклеофильное замещение гидрид-иона на аминокгруппу под действием амида натрия (реакция Чичибабина). Конденсированные шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Хиолин. Синтезы Скраупа и Дёбнера-Миллера. Понятие о механизме этих реакций. Химические свойства хиолинов

26. Аминокислоты. α -, β -, γ -аминокислоты. Конфигурация природных L-аминокислот. Амфотерность, изоэлектрическая точка. Электрофорез. Химические свойства COOH и NH₂ групп. Хелаты. Бетаины. Поведение при нагревании (ср. с оксикислотами). Синтез сложных эфиров и N-ацилирование – путь к пептидному синтезу. Важнейшие способы синтеза аминокислот: из галогенкарбоновых кислот, синтез Штрекера, алкилирование анионов CN-кислот, энантиоселективный синтез.

27. Пептиды, белки. Строение, свойства, уровни организации. Первичная структура белка. Характеристика пептидной связи. Вторичная структура белка: α -спираль и β -складчатость. Надвторичная структура белка, доменный принцип эволюции белков. Третичная структура белка и связи, ее стабилизирующие. Понятие о фибриллярных и глобулярных белках. Четвертичная структура белка.

28. Металлорганические соединения. Строение, классификация. Литийорганические соединения. Получение из алкил и арилгалогенидов, природа растворителя. Строение. Медьорганические соединения (купраты). Особенности реакционной способности. Использование: реакции типа Вюрца, 1,4-присоединение к α,β -непредельным карбонильным соединениям. Реактивы Гриньяра. Получение. Растворители. Сольваты. Понятие о механизме образования. Равновесие Шленка. Реакции реактивов Гриньяра с соединениями, имеющими подвижный водород, с окислителями (неметаллами и солями переходных металлов), с галогенидами Zn, Hg, Si, P (как общий метод получения элементоорганических соединений). Реакции реактива Гриньяра с карбонильными соединениями, сложными эфирами, амидами, хлорангидридами карбоновых кислот, нитрилами, диоксидом углерода, окисью этилена.

29. Планирование многостадийных синтезов. Стратегии органического синтеза. Основные понятия в многостадийном синтезе. Основные понятия ретросинтетического анализа. Типы стратегий в ретросинтетическом анализе.

30. Современное оборудование для органического синтеза. Традиционные лабораторные установки. Современные лабораторные реакторы. Реакторы с периодической загрузкой. Рабочие станции синтеза для химических исследований. Система параллельного синтеза в пробирках (комбинаторный синтез). Реакторы для работы под давлением. Проточные реакторы. Лабораторные микроволновые системы. Методы разделения и препаративная хроматография.

31. Современные проблемы органической химии. Понятия и концепции современной органической химии. Проблемы строения и реакционной способности органических соединений. Современное состояние и проблемы органического синтеза. Проблемы селективности органических реакций. Строение и функции органических соединений. Соединения с новыми свойствами.

32. Промышленный органический синтез. Основной органический синтез. Нефтехимическое производство. Коксохимическое производство. Лесохимия. Сельскохозяйственное сырье в промышленном органическом синтезе.

33. Применение синтетических органических соединений.

34. Основы химии красителей. Теория цветности органических соединений. Классификация и номенклатура красителей. Строение и прочность красителей. Теоретические основы крашения волокон, кожи и меха. Азокрасители. Нитро- и нитроазокрасители. Сернистые красители. Индигоидные красители. Антрахиноновые красители.

35. Биологически активные соединения. Понятие биологической активности. Связь структура – биологическая активность. Активность и роль различных классов органических соединений.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Как правило, проводится в виде доклада, сопровождаемого иллюстрированной презентацией, содержащей информативную часть, примеры и пояснения к изучаемому материалу. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, обоснований, фактов.

Лабораторное занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков (в том числе и тактильных) в области органического синтеза и анализа, закреплению полученных на лекции знаний. Проводится в лаборатории с доступом к препаративному и аналитическому оборудованию.

Практическое занятие - занятие, закреплению и контролю знаний в области органического синтеза и анализа. Проводится в аудитории с доступом к препаративному и аналитическому оборудованию, электронным ресурсам.

Консультации – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Органическая химия» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://www.urait.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант Студента»
<https://www.studentlibrary.ru/>

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 1. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 567 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=642957&cat_cd=YARSU
2. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 2. – 3-е изд., испр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 623 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643328&cat_cd=YARSU
3. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин; М-во образования РФ; МГУ. Ч. 3. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 544 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=680219&cat_cd=YARSU
4. Реутов О.А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 4. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 726 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643384&cat_cd=YARSU
5. Ганжа В.В., Котов А.Д., Орлов В.Ю. Органическая химия: метод. указания к проведению лабораторных работ / Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Ярославль, 2009. 71 с. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20090307.pdf>

б) дополнительная литература

1. А.Д. Котов, Г.С. Миронов, В.Ю. Орлов, А.И. Русаков. Органическая химия: Учебное пособие; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль, 2007. – 216 с.
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20070310.pdf>
2. Задачи по органической химии с решениями: учебное пособие / Курц А.Л. и др. – 4-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 350 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1844934&cat_cd=YARSU

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php
2. Журналы научной электронной библиотеки (<http://elibrary.ru>)
3. Organic Chemistry Portal (<http://www.organic-chemistry.org/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров), лабораторных – списочному составу группы обучающихся.

В ходе образовательного процесса будут использовано следующее оборудование: магнитные мешалки ПЭ-6100, перемешивающие устройства ПЭ8310, встряхиватель ПЭ-6300, реак-тор В205-503, ротационный испаритель RV 06-ML 1-В, измерительная система L-микро РСМ, вытяжные шкафы-6 шт., холодильник STINOL, сушильный шкаф для посуды HS 32А, иономер И-500, сушильный шкаф для веществ SPT-200, шкафы вытяжные, прибор для определения температуры плавления PG HS 30А/Г, ультратермостат UTU-2/77; набор химической посуды, набор химических реактивов.

Автор:

Профессор института
фундаментальной и прикладной химии, д.х.н.


_____ В.Ю. Орлов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Органическая химия»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Задания для самостоятельной работы

Еженедельная самостоятельная работа студентов. Осуществляется в рамках дистанционного тестирования.

Примерные вопросы теста:

Предмет органической химии, основные понятия. Номенклатура. Гомологи, изомеры.

В молекуле какого вещества находятся два третичных атома углерода?

- А. этилбензола
- Б. 2,3,3-триметилпентана
- В. 2,2-диметил-2-хлорбутана
- Г. 2,3-диметил-4-хлор-3-этилпентана

Сколько структурных изомеров соответствует брутто-формуле C_4H_8 ?

- А. два Б. три В. четыре Г. пять + Д. шесть

Основные положения теории строения органических соединений. Химическая связь в органических соединениях.

Сколько σ -связей содержится в молекуле 2-метилбутадиена-1,3?

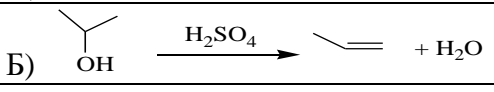
- А. четыре
- Б. восемь
- Г. двенадцать
- Д. четырнадцать

Какие из положений теории химического строения А.М. Бутлерова мы иллюстрируем при написании структурных формул изомеров? (Ответов может быть несколько)

- А. Атомы в молекуле соединены в определённой последовательности в соответствии с их валентностью. Эта последовательность называется химическим строением.
- Б. Свойства вещества зависят не только от качественного и количественного состава молекулы, но и от её химического строения
- В. Атомы и группы атомов в молекуле взаимно влияют друг на друга непосредственно или посредством других атомов.
- Г. Строение вещества познаваемо, возможен синтез веществ с заданным строением

Реакционная способность орг. соединений. Классификация реагентов и реакций. I, M эффект. Способы разрыва ковалентных связей. Кислоты и основания.

Укажите реакцию, не относящуюся к реакциям элиминирования

A) $C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 + H_2$
Б) 
В) $CH_3CH_2CH_2Cl + KOH(\text{спирт.}) \rightarrow CH_3CH=CH_2 + KCl + H_2O$
4) $C_8H_{18} \xrightarrow{t^\circ} C_4H_8 + C_4H_{10} +$

Какие группы одновременно обладают –I и +M эффектом?

- А. $-NH_2$, $-Hal$
- Б. $-OH$, $-NO_2$
- В. $-C=N$, $-Hal$
- Г. $COOH$, $-OH$

Алканы

Электролиз раствора калиевой соли 3-метилбутановой кислоты приводит к образованию

- А. 2-метилпропана
- Б. 2-метилбутана
- В. 2,5-диметилгексана
- Г. 3,4-диметилгексана

Продукт реакции нитрования 2,2,3-триметилпентана

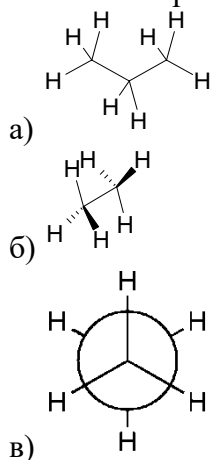
- А. 2,2,3-триметил-1-нитропентан
- Б. 2,2,3 – триметил-3-нитропентан
- В. 2,2,3 – триметил-4-нитропентан
- Г. 2,2,4-триметил-3-нитропентан

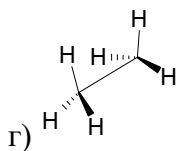
Основы стереохимии и конформационного анализа

Конформация молекулы определяется как

- а) последовательность соединения атомов в молекулах
- б) любое относительное расположение атомов молекулы в пространстве, которое может быть достигнуто без нарушения целостности молекулы
- в) электронное окружение атомов в молекулах
- г) взаимное расположение функциональных групп в циклических системах

Показать перспективную проекцию заторможенной конформации этана





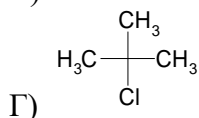
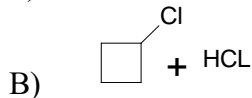
Циклоалканы

Легче других вступает в реакцию каталитического гидрирования

- А) метилциклопропан
- Б) этилциклобутан
- В) циклопентан
- Г) 1,3,5-триметилциклогексан

В реакции  + HCl → образуется

- А) CH₃-CH₂-CH₂Cl
- Б) C₄H₁₀ + Cl₂



Алкены

Не имеет цис-транс-изомеров

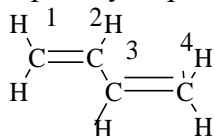
- А. 3-метилпентен-2
- Б. 2-метилпентен-2
- В. 3,4-диметилпентен-2
- Г. пентен-2

Реакция, протекающая не по правилу Марковникова:

- А. (CH₃)₂C=CH₂ + HBr →
- Б. CH₂=CH-CH₃ + HCl →
- В. CH₃-CH₂-CH=CH₂ + HBr →
- Г. CH₂=CH-COOH + HCl →

Алкадиены

Верные утверждения о строении бутадиена-1,3:



- А. Молекула содержит 4 негибридные p-орбитали. +
- Б. В молекуле вещества все валентные углы составляют 120°. +
- В. Двойные связи равны друг другу по длине. +
- Г. Длина C²-C³-связи меньше, чем у одинарной, т. е. меньше, чем 0,154 нм.
- Д. Связь C²-C³ не способна к свободному вращению, молекула углеводорода плоская.
- Е. Длина двойной связи в 1,3-бутадиене соответствует длине двойной связи в алкенах.

Дивинил, в отличие от пентадиена-1,4

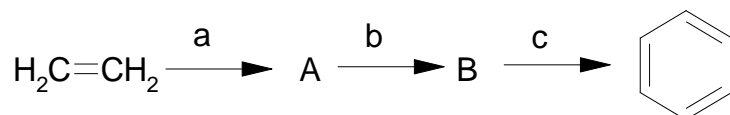
- А. содержит 4 негибридных р-орбитали в молекуле
- Б. имеет разветвленную углеродную цепь
- В. служит сырьем для производства синтетического каучука +
- Г. вступает в реакции 1,4-присоединения
- Е. вступает в реакции A_E
- Д. полимеризуется по механизму 1,4-присоединения +

Дополните:

10. Систематическое названия мономера натурального каучука _____.
2-метилбутадиен-1.3.

Алкины

В реакции Кучерова с участием изопропилацетилена образуется органическое вещество (систематическое название) _____. Ответ: 3-метилбутанон-2.



- 1) KOH (избыт., спирт. р-р)
- 2) C, T
- 3) $HC\equiv CH$
- 4) $H_2ClC-CClH_2$
- 5) Cl_2

Галогенопроизводные

2. Неверное утверждение о реакции дегидрогалогенирования

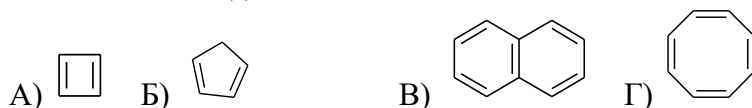
- А. относится к реакциям элиминирования
- Б. α -элиминировании соблюдается правило Зайцева
- В. идет с образованием цикла или кратной связи между атомами С
- Г. водород легче отщепляется от третичного атома углерода, чем от вторичного

Геминальное галогенопроизводное можно получить в реакции $X + PCl_5$ _____, где X -

- А. пропанол -2
- Б. пропаналь
- В. пропанон
- Г. пропандиол-1,2

Арены

Ароматическим соединением не является



Для ароматических соединений наиболее характерны реакции

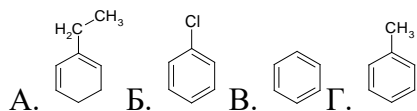
- А) A_E
- Б) S_{E+}
- В) E

Г) A_N

Д) S_R

Электрофильное замещение у аренов

Легче вступает в реакцию нитрования (смесью концентрированных азотной и серной кислот)



К S_E у аренов не относятся реакции

А. галогенирования на свету

Б. нитрования нитрующей смесью

В. алкилирования по Фриделю-Крафтсу

Г. сульфирования

Д. каталитического гидрирования

Е. аминирования

Нуклеофильное ароматическое замещение

При нуклеофильном ароматическом замещении нуклеофуг отщепляется

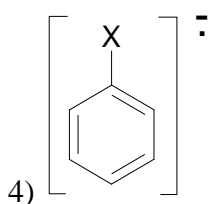
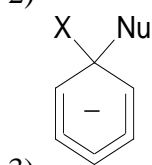
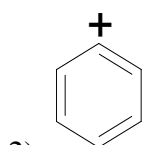
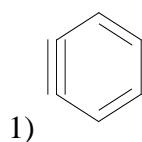
а) с неспаренным электроном

б) с вакантной орбиталью

в) со связывающей парой электронов

г) с частью бензольного кольца

Найти соответствие механизма нуклеофильного ароматического замещения и структуры промежуточных частиц



а) S_NAR механизм

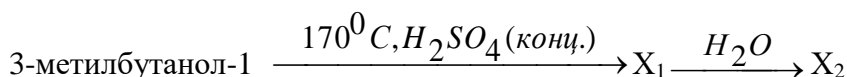
- б) S_{RN}1 механизм
- в) ариновый механизм
- г) S_N1 механизм

Одно- и многоатомные спирты

Наиболее выраженными кислотными свойствами обладает

- А. бутанол-2
- Б. пропанол
- В. этанол
- Г. Этандиол-1,2

Название вещества X₂

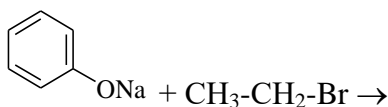


- А) 3-метилбутанол-1
- Б) 2-метилбутанол-2
- В) изобутилкарбинол
- Г) метилизопропилкарбинол
- Д) диметилэтилкарбинол

Фенолы

Более сильная кислота из перечисленных веществ –

- А. 2-нитрофенол
- Б. 2,4-динитрофенол
- В. 2,4-дибромфенол
- Г. 2,4-диметилфенол
- Д 2-метилфенол



- А. этилбензол и гипобромит натрия
- Б. этоксибензол
- В. метилфениловый эфир + NaBr
- 8. Фенол обесцвечивает бромную воду с образованием

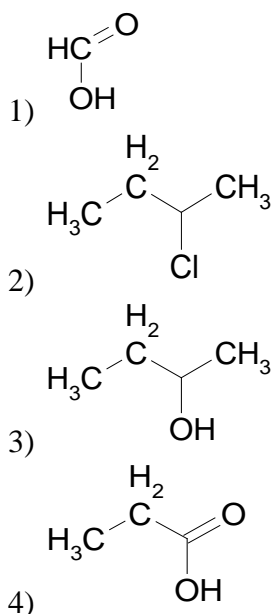
Простые и сложные эфиры

При взаимодействии с какими агентами из сложных эфиров образуются амиды

- а) аммиак
- б) метан
- в) водород
- г) азот
- д) оксиды азота

При восстановлении сложных эфиров происходит

- а) распад исходной структуры с образованием двух карбоновых кислот
- б) распад исходной структуры с образованием двух спиртов
- в) распад исходной структуры с образованием кислоты и спирта
- г) образование молекулы углеводорода



Правила выставления оценки по результатам тестирования

- *Отлично* выставляется за 90% правильных ответов.
- *Хорошо* выставляется за 70% правильных ответов.
- *Удовлетворительно* выставляется за 50% правильных ответов.
- *Неудовлетворительно* выставляется при наличии менее 50% правильных ответов или при отказе обучающегося пройти тестовый контроль.

Варианты контрольной работы:

1. Предмет органической химии и пути ее развития. Классификация органических соединений. Методы определения строения органических соединений.
2. Номенклатура органических соединений. Примеры из различных классов.
3. Теория строения органических соединений. Причины выделения органической химии в отдельную науку.
4. Типы химических связей в органических соединениях. Пути распада ковалентной связи. Понятие о радикалах и ионах.
5. Механизм образования ковалентной связи, σ - и π -связи. Валентные состояния атома углерода в органических соединениях.
6. Классификация органических реакций. Механизмы реакций присоединения, замещения, элиминирования.
7. Алканы. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура, распространение в природе, способы получения. Сигма-связь, sp^3 -гибридизация.
8. Физические и химические свойства алканов. Механизм реакции хлорирования метана. Отдельные представители, применение алканов.
9. Алкены (этиленовые углеводороды). Гомологический ряд, изомерия, номенклатура, способы получения. Природа кратной связи, sp^2 -гибридизация.
10. Физические и химические свойства алкенов. Отдельные представители, их применение.
11. Реакции присоединения в ряду алкенов. Механизм электрофильного присоединения галогенов к алкенам. Правило В.В. Марковникова. Индукционный эффект.
12. Реакции окисления непредельных углеводородов и их значение. Реакции полимеризации этиленовых углеводородов. Их применение в промышленности.
13. Алкины. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура, способы получения. Природа тройной связи, sp -гибридизация.

14. Физические и химические свойства алкинов. Отдельные представители.
15. Техническое применение ацетилена. Ацетилениды. Реакция Кучерова. Винацетилен и хлоропрен.
16. Диеновые углеводороды. Классификация, строение, способы получения диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями, отдельные представители.
17. Свойства диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями. Реакции присоединения. Статистический и динамический эффект сопряжения.
18. Реакции полимеризации диеновых углеводородов. Природный и синтетический каучуки.
19. Галогеналкилы. Получение, свойства, применение.
20. Ароматические углеводороды (арены). Гомологический ряд бензола, изомерия, номенклатура. Природные источники и способы получения ароматических углеводородов ряда бензола.
21. Электронное строение бензола. Химические свойства ароматических углеводородов.
22. Реакции замещения ароматических углеводородов. Механизм электрофильного замещения. Правила ориентации для реакции электрофильного замещения. Ориентанты I и II родов. Согласованная и несогласованная ориентация.
23. Полициклические ароматические соединения (дифенил, нафталин, антрацен, фенантрен). Понятие о небензоидных ароматических соединениях. Правило Хюккеля.
24. Галогенарилы. Введение галоидов в ядро и боковую цепь. Их свойства и применение.
25. Алициклические углеводороды. Строение, изомерия, номенклатура, способы получения, химические свойства. Конформационный анализ.
26. Спирты. Классификация, изомерия, номенклатура. Способы получения, отдельные представители. Применение спиртов.
27. Физические и химические свойства спиртов. Свойства атома водорода в гидроксиле и свойства гидроксил спирта. Реакции окисления спиртов.
28. Многоатомные спирты. Отдельные представители, свойства, отличия от одноатомных спиртов. Непредельные спирты.
29. Фенолы. Классификация, строение, номенклатура, способы получения. Применение фенолов.
30. Свойства фенолов в сравнении со свойствами спиртов и бензола.
31. Простые эфиры. Получение, строение, свойства, изомерия. Органические окиси, перекиси, гидроперекиси.
32. Альдегиды и кетоны. Строение карбонильной группы, изомерия, номенклатура, способы получения альдегидов и кетонов.
33. Электронное строение карбонильной группы. Реакции присоединения, окисления, конденсации и полимеризации альдегидов и кетонов, особенности ароматических альдегидов и кетонов. Отличия альдегидов и кетонов по химическим свойствам.
34. Карбоновые кислоты жирного и ароматического рядов. Классификация, изомерия, номенклатура, способы получения, свойства одноосновных предельных кислот. Отдельные представители.
35. Двухосновные предельные карбоновые и ароматические кислоты. Строение, номенклатура, способы получения, свойства.
36. Одноосновные и двухосновные (фумаровая, малеиновая) непредельные карбоновые кислоты. Строение, номенклатура, способы получения, свойства. Геометрическая (цис-транс) изомерия.
37. Сложные эфиры. Способы получения, номенклатура, свойства. Механизм реакции этерификации. Жиры, воски, фосфатиды. Состав, строение, свойства, применение.
38. Оксикислоты. Классификация. Оптическая изомерия одноосновных двухатомных кислот. Методы разделения рацематов на оптические антиподы.
39. Оксокислоты (альдегидо- и кетонокислоты). Изомерия, номенклатура, способы получения. Кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусного эфира.

40. Двухосновные (трех- и четырехатомные) оксикислоты. Строение, свойства, распространение в природе. Оптическая изомерия, понятие об асимметрическом синтезе.
41. Углеводы. Их биологическое значение. Классификация углеводов. Моносахариды, их строение, кольчато-цепная таутомерия. Способы получения, физические и химические свойства моносахаридов.
42. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, арабиноза, ксилоза). Альдогексозы (глюкоза, галактоза). Их строение и нахождение в природе. Открытые и циклические формы. Понятие о гликозидах и агликонах. Фруктоза, как пример кетозы. Ее строение, свойства, нахождение в природе.
43. Дисахариды. Понятие о восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридах. Строение мальтозы и целлобиозы, сахарозы, номенклатура, применение, свойства.
44. Крахмал, гликоген и клетчатка как отдельные представители высших полисахаридов. Их строение, свойства и нахождение в природе.
45. Амины жирного и ароматического рядов. Номенклатура, способы получения, строение и свойства. Отдельные представители.
46. Понятие об ароматических диазосоединениях и азокрасителях. Окраска веществ и теория цветности.
47. Аминокислоты. Классификация, строение, свойства, распространение в природе и биологическое значение.
48. Пептиды и природа пептидной связи. Понятие о белках, их свойства и структура. Синтетические полиамиды. Нейлон, капрон.
49. Пятичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Понятие о производных пиррола, их распространение в природе и биологическое значение. Индол, скатол, β -индолилуксусная кислота, триптофан, серотонин как отдельные представители гетероциклов с конденсированными бензопиррольными кольцами.
50. Шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Пиридин, его электронное строение, свойства, распространение в природе и биологическое значение.
51. Пиримидиновые основания (цитозин, урацил, тимин). Конденсированные системы гетероциклов. Производные пурина – аденин, гуанин, ксантин, гипоксантин и мочевиная кислота. Их строение, распространение в природе и биологическое значение.
52. Нуклеозиды, моно- и полинуклеотиды. Строение, распространение в природе и биологическое значение. Понятие о нуклеиновых кислотах.

Правила выставления оценки по результатам контрольной работы

- *Отлично* выставляется, если обучающийся выполнил работу (общий процент выполнения заданий не менее 90%), демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме работы, даёт правильный алгоритм решения.
- *Хорошо* выставляется, если обучающийся выполнил работу с небольшими недочетами (общий процент выполнения заданий не менее 70%), демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме работы, допуская незначительные неточности при их применении и выборе алгоритма решения.
- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся в целом выполнил работу (общий процент выполнения заданий не менее 50%), допуская существенные недочеты, в том числе при выборе алгоритма решения.
- *Неудовлетворительно* выставляется, если обучающийся не справился с выполнением задания (общий процент выполнения заданий менее 50%), не смог выбрать алгоритм его решения, продемонстрировав существенные пробелы в знаниях основного учебного материала.

Правила выставления оценки по результатам лабораторной работы

- *Отлично* выставляется, если обучающийся имеет глубокие знания учебного материала по теме лабораторной работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий

используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы, демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся в целом освоил материал лабораторной работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы, обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала лабораторной работы, который полностью не раскрыл.

Курсовая работа

Цель выполнения курсовой работы – научиться организовывать и проводить исследования в области синтеза, структуры, закономерностей реакций органических молекулярных и супрамолекулярных систем. Курсовая работа имеет характер проекта с четко сформулированными целью, задачами, состоянием проблемы, полученными результатами и заключением и соответствует Положению о проектно-ориентированных программах от 02.10.2017. Тематика курсовой работы формулируется в рамках задания, утверждается на заседании кафедры выполняется, оформляется в соответствии с требованиями Правил оформления выпускной квалификационной работы в ГОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова» и состоит из введения, литературного обзора, полученных результатов, методов выполнения эксперимента, заключения и списка использованных литературных источников.

Тематики курсовых работ соответствуют разделам дисциплины «Органическая химия».

Критерии оценки курсовой работы

- *Отлично* выставляется, если проведен анализ материалов и представлены результаты теоретической части исследования (схемы, модели, таблицы; предложено собственное определение или модель изучаемого предмета, процесса или явления). Проведен анализ собранных экспериментальных данных. Дана оценка решения каждой исследовательской задачи. Сформулированы выводы, которые подтверждают или опровергают гипотезу исследования. Дана оценка новизны полученных результатов. Сформулирован замысел дальнейшей перспективы исследования.

- *Хорошо* выставляется, если проведен анализ материалов и представлены результаты теоретической части исследования (схемы, модели, таблицы). Проведен анализ собранных экспериментальных данных. Дана оценка решения каждой исследовательской задачи. Сформулированы выводы, которые подтверждают или опровергают гипотезу исследования.

- *Удовлетворительно* выставляется, если проведен анализ материалов и представлены результаты теоретической части исследования (схемы, модели, таблицы). Не проведен анализ экспериментальных данных. Дана оценка решения не каждой исследовательской задачи. Сформулированы не все выводы, которые подтверждают или опровергают гипотезу исследования.

- *Неудовлетворительно* выставляется если цели и задачи исследования сформулированы обобщенно. Задачи не соответствуют поставленной цели. Отсутствует гипотеза исследования.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к экзамену:

1. Предмет органической химии и основные этапы ее развития. Основные понятия.
2. Галогенпроизводные ациклических углеводородов. Строение, получение, химические свойства. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.
3. Основы номенклатуры органических соединений.
4. Свойства бензола и его гомологов. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду.
5. Основные положения теории строения органических соединений. Химическая связь в органических соединениях.
6. Конденсированные ароматические системы.
7. Методы установления строения и чистоты органических соединений.
8. Алканы. Строение, получение, физические и химические свойства.
9. Классификация органических реакций и реагентов. Промежуточные частицы.
10. Сложные эфиры. Жиры.
11. Реакционная способность органических соединений.
12. Простые эфиры. Строение, получение, физические и химические свойства.
13. Основы стереохимии и конформационного анализа.
14. Алкены. Ненасыщенные соединения. Особенности строения. Получение, физические и химические свойства.
15. Арены. Понятие ароматичности, особенности строения. Бензол и его гомологи. Номенклатура. Способы получения.
16. Многоатомные спирты. Строение, получение, физические и химические свойства.
17. Правила ориентации при электрофильном замещении в ароматическом ряду и особенности строения ароматических соединений.
18. Полимеры. Основные понятия, строение, свойства.
19. Нуклеофильное ароматическое замещение.
20. Диеновые углеводороды. Строение, получение, химические свойства.
21. Фенолы. Строение, получение, физические и химические свойства.
22. Каучуки. Резины.
23. Алкины. Строение, получение, физические и химические свойства.
24. Циклоалканы. Строение, получение, химические свойства.
25. Одноатомные спирты. Строение, получение, физические и химические свойства.
26. Оптическая изомерия.
27. Основы стереохимии и конформационного анализа.
28. Альдегиды. Строение, получение, физические и химические свойства.
29. Арены. Понятие ароматичности, особенности строения.
30. Кетоны. Строение, получение, физические и химические свойства.
31. Основы номенклатуры органических соединений.
32. Карбоновые кислоты и их производные.
33. Металлорганические соединения.
34. Шестичленные гетероциклические соединения.
35. Магнийорганические соединения.

36. Природные и биологически активные гетероциклические соединения.
37. Применение синтетических органических соединений. Основы химии красителей.
38. Углеводы. Моносахариды. Строение, получение, химические свойства.
39. Амиды. Строение, получение, химические свойства.
40. Ди- и полисахариды. Строение, получение, химические свойства.
41. Алифатические нитросоединения.
42. Аминокислоты.
43. Ароматические нитросоединения.
44. Нитрилы. Строение, получение, химические свойства.
45. Амины. Строение, получение, физические и химические свойства.
46. Планирование многостадийных синтезов. Основные понятия ретросинтетического анализа.
47. Диазосоединения.
48. Типы стратегий в ретросинтетическом анализе.
49. Полифункциональные органические соединения. Оксикислоты
50. Защитные группы в органическом синтезе.
51. Природные и биологически активные гетероциклические соединения.
52. Современные проблемы органической химии.
53. Пятичленные гетероциклические соединения.
54. Современное оборудование для органического синтеза
55. Пептиды, белки
56. Промышленный органический синтез.
57. Гетероциклические соединения.
58. Нитрилы. Строение, получение, химические свойства.
59. Ароматические амины. Строение, получение, физические и химические свойства.
60. Шестичленные гетероциклические соединения.

Описание процедуры выставления оценки

Экзаменационный ответ на вопросы из билета оценивается по 4-х бальной системе, в соответствие с которой выставляются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, использует в ответе материал дополнительной учебной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на поставленные вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями и ошибками выполняет практические работы.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Органическая химия»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Органическая химия» являются лекции. По большинству тем предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным химическим задачам и отработка навыков работы с аналитическим оборудованием.

Очень важным компонентом занятий является выполнение лабораторной работы. Студенты не только учатся работать в химической лаборатории с малыми количествами веществ, но и получают информацию о структуре и свойствах веществ, а также о современных методах химического анализа. По результатам проделанной работы студенты формулируют выводы, что облегчает выполнение и написание ими курсовой и выпускной работ.

Самостоятельная работа студентов предполагает подготовку в соответствии с заданием и участие в обсуждении изучаемой темы. Это позволит каждому из обучающихся выступить в качестве докладчика и отработать навыки предоставления материала перед аудиторией.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы студентов рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе 8 данной программы. Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать ряд интернет-ресурсов:

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php
2. Журналы научной электронной библиотеки (elibrary.ru)
3. Organic Chemistry Portal (<http://www.organic-chemistry.org/>)