

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Химический факультет
Кафедра биохимии и органической химии



УТВЕРЖДАЮ

проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Укрупненная группа направлений
подготовки

04.00.00 Химия

Программа высшего образования

Программа специалитета

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная
химия

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

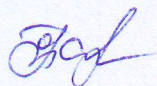
Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Органическая химия**» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

заведующий кафедрой биохимии и органической химии,

канд. хим. наук, доцент

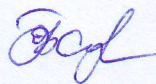


О.В. Баранова

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры биохимии и органической химии.

Протокол от 26.03.2024 г. № _9_

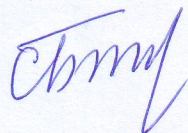
Заведующий кафедрой



О.В. Баранова

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.

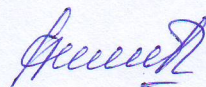


С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета

Протокол от 27.03.2024 г. № 2.

Председатель

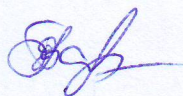


Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,

канд. хим. наук, доц.

28.03.2024 г.



О.В. Баранова

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по химии в объёме программы средней школы

дисциплины программы специалитета: Неорганическая химия.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Биохимия, Химические основы биологических процессов, Стереохимия, Физические методы исследования, Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.16 Органическая химия
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	18 / 648

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	3	34	51		95	180	экзамен
Очная	2	4	51	68		133	252	зачет
Очная	3	5	51	68		97	216	экзамен
Всего			136	187		325	648	

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение химических свойств основных классов органических соединений; формирование представлений о механизмах органических реакций, о связи реакционной способности органических молекул с их строением.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-2 Способен проводить	ОПК-2.1. Работает с химическими	Знает: теоретические основы органической химии Владеет: навыками использования теории органической химии в лабораторных

химический эксперимент с соблюдением современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	<p>веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>ОПК-2.2.</p> <p>Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-2.3.</p> <p>Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования</p>	исследованиях
---	---	---------------

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тема	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1 Теоретические основы органической химии. Углеводороды	
Тема 1. Теоретические основы органической химии	<p>1.1. Предмет органической химии. История становления и развития органической химии.</p> <p>1.2. Классификация органических соединений по строению углеродного скелета и природе функциональных групп. Основные функциональные группы и соответствующие им классы органических соединений.</p> <p>1.3. Номенклатура органических соединений: тривиальная, рациональная, международная.</p> <p>1.4. Типы химических связей в органических молекулах. Ионная, ковалентная, координационная, семиполярная связи. Водородная связь. Квантово-механические основы теории химической связи. Виды гибридизации атомных орбиталей углерода, азота, кислорода. Ковалентные σ- и π-связи, их характеристика с позиций метода молекулярных орбиталей (МО). Электронное строение двойных и тройных углерод-углеродных связей и их характеристика (длина,</p>

	<p>энергия, полярность, поляризуемость).</p> <p>1.5. Взаимное влияние атомов в органических соединениях. Индукционный эффект. Характеристика индукционного эффекта. Эффект сопряжения. Виды сопряжения: π, π-; p, π- и σ, π-. Совместное проявление индукционного эффекта и эффекта сопряжения. Электронодонорные, электроноакцепторные заместители. Способы изображения распределения электронной плотности в молекулах.</p> <p>1.6. Изомерия органических соединений. Пространственное строение молекул Структурная изомерия (изомерия углеродной цепи, изомерия положения и изомерия функциональных групп). Stereoisomers; их классификация. Способы изображения пространственного строения органических соединений, Геометрическая изомерия. Цис-транс- и Z, E-системы обозначения конфигурации геометрических изомеров. Конформационная (поворотная) изомерия. Конформации как результат вращения вокруг σ-связи.</p>
Тема 2. Насыщенные углеводороды (алканы, циклоалканы).	<p>2.1 Алканы. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Природные источники углеводородов. Физические свойства. Химические свойства. Реакции радикального замещения (S_R). Механизм галогенирования, нитрования, сульфохлорирования. Региоселективность радикального замещения. Понятие про цепные процессы. Окисление алканов. Термический и каталитический крекинг алканов.</p> <p>2.2. Циклоалканы. Классификация по размеру цикла (малые, обычные, средние, макроциклы) и количеству циклов. Номенклатура моно- и бициклических циклоалканов. Изомерия. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана и циклогексана. Угловое, торсионное и ван-дер-ваальсовое напряжение. Конформации циклопентана и циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи. Химические свойства. Особенности малых циклов (реакции присоединения). Реакции замещения в средних циклах. Понятие о полициклических системах (адамантан).</p>
Тема 3. Ненасыщенные углеводороды (алкены, алкины, алкадиены)	<p>3.1 Алкены. Номенклатура, изомерия. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Реакции электрофильного присоединения (A_E). Механизм галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации. Роль кислотного катализа. Правило Марковникова и его современная интерпретация. Аллильное галогенирование алкенов. Окисление алкенов (гидроксирование, эпоксидирование, озонирование). Каталитическое гидрирование. Полимеризация алкенов. Понятие о высокомолекулярных соединениях. Полиэтилен. Stereoregular structure of polymers (polypropylene).</p> <p>3.2 Алкадиены. Типы диенов (кумулированные, сопряженные, изолированные). Строение. Номенклатура. Способы получения. Сопряженные диены. Особенности реакций электрофильного присоединения (A_E): галогенирование, гидрогалогенирование. Диеновый синтез</p>

	<p>(реакция Дильса-Альдера). Полимеризация 1,3-диенов (бутадиен, изопрен). Стереорегулярное строение натурального каучука и гуттаперчи. Синтетические каучуки (бутадиеновый, изопреновый, хлоропреновый).</p> <p>3.3 Алкины. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Реакции электрофильного присоединения (A_E): галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция Кучерова). Реакция замещения. $C\equiv N$-Кислотный характер алкинов. Окисление и восстановление алкинов. Димеризация (винилацетилен) и циклотримеризация (бензол), тетрамеризация ацетилена. Идентификация ненасыщенных углеводородов.</p>
Тема 4. Ароматические углеводороды	<p>4.1 Моноядерные арены. Номенклатура. Строение бензола. Ароматические свойства. Общие критерии ароматичности. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения (S_E). Механизм галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования, ацилирования (π- и σ-комплексы). Роль катализатора. Правила ориентации в бензольном ядре. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на направление и скорость реакций электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции присоединения (гидрирование, присоединение хлора). Окисление аренов. Бензол. Толуол. Кумол. Ксилолы. Стирол.</p> <p>4.2 Многаядерные арены. Нафталин. Строение, ароматические свойства. Реакции электрофильного замещения (S_E): нитрование, сульфирование, галогенирование. Правила ориентации в нафталиновом ядре. Восстановление и окисление. Антрацен. Фенантрен. Строение и химические свойства. Стеран (циклопентанпергидрофенантрен). Многаядерные арены с изолированными бензольными циклами.</p>
Раздел 2. Функциональные производные углеводородов. Азоторганические соединения.	
Тема 5. Галоген-производные углеводородов. Элементоорганические соединения.	<p>Галогенпроизводные углеводородов. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Физические свойства. Характеристика связи углерод-галоген (длина, энергия, полярность, поляризуемость) в зависимости от строения радикала и природы атома галогена.</p> <p>5.1. Галогеналканы. Сравнительная характеристика хлор-, бром- и иод-алканов. Реакции нуклеофильного замещения. Механизмы реакций S_{N1}, S_{N2}, их стереохимическая направленность. Превращение галогеналканов в спирты, простые и сложные эфиры, сульфиды, амины, нитрилы, нитросоединения. Реакции отщепления (элиминирования); механизмы E_1, E_2. Дегидрогалогенирование, дегалогенирование. Правило Зайцева. Конкурентность реакций нуклеофильного замещения и элиминирования. Особенности химического поведения геминальных и вицинальных дигалогеналканов.</p>

	<p>5.2 Галогеналкены. Химические свойства аллил- и винилгалогенидов.</p> <p>5.3. Галогенарены и арилалкилгалогениды. Подвижность атома галогена в ароматическом ядре и боковой цепи. Реакции нуклеофильного замещения галогена в ядре. Дезактивирующее и ориентирующее действие галогена в реакциях электрофильного замещения.</p> <p>5.4 Магнийорганические соединения. Синтезы на основе магнийорганических соединений.</p>
<p>Тема 6. Спирты, фенолы, простые эфиры. Тиоспирты, тиофенолы.</p>	<p>6.1. Спирты. Классификация по количеству гидроксильных групп и природе углеводородного радикала. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Физические свойства. Образование ассоциатов. Химические свойства одноатомных спиртов. Кислотно-основные свойства. Образование галогеналканов, сложных эфиров. Межмолекулярная и внутримолекулярная дегидратация. Окисление спиртов. Химические свойства гликолей и глицерина. Поликонденсация двухатомных спиртов. Химические свойства ненасыщенных спиртов. Правило Эльтекова. Аминоспирты. Химические свойства аминоспиртов как бифункциональных соединений. Биологически активные алканол амины (коламин, холин).</p> <p>6.2. Фенолы. Классификация по количеству гидроксильных групп. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Реакции по связи О-Н (образование фенолятов, простых и сложных эфиров). Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, нитрозирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование, азосочетание, карбоксилирование, гидроксиметилирование. Феноло-формальдегидные смолы. Восстановление и окисление фенолов.</p> <p>6.3. Простые эфиры. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Физические свойства. Основные свойства (образование оксониевых солей). Расщепление простых эфиров (ацидолиз). Окисление.</p> <p>6.4. Тиоспирты и тиоэфиры. Тиоспирты (тиолы, меркаптаны). Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Окисление (дисульфиды, сульфокислоты). Тиоэфиры (сульфиды). Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства.</p>
<p>Тема 7. Карбонильные соединения</p>	<p>7.1 Альдегиды и кетоны. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Способы получения алифатических и ароматических оксосоединений. Пути прямого введения альдегидной группы. Физические свойства. Электронное строение карбонильной группы. Влияние природы углеводородного радикала на реакционную способность оксосоединений.</p> <p>7.2. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения (A_N), механизм. Гидратация альдегидов. Образование полуацеталей и ацеталей. Присоединение гидросульфита натрия, циановодородной кислоты,</p>

	<p>магнийорганических соединений. Реакции присоединения-отщепления, механизм. Взаимодействие карбонильных соединений с аммиаком, аминами (основания Шиффа), гидроксиламином, гидразинами, семи- и тиосемикарбазидами. Реакции, которые протекают с участием α-углеродного атома. Кето-енольная таутомерия. Галогенирование. Иодоформная проба. Реакции конденсации. Альдольная и кротоновая конденсации, их механизмы. Сложноэфирная конденсация (реакция Тищенко), реакция Канниццаро, конденсация ароматических альдегидов с ароматическими аминами. Окисление и восстановление оксосоединений. Полимеризация альдегидов. Специфические реакции альдегидов алифатического и ароматического рядов. Понятие о диальдегидах, дикетонах, хинонах.</p>
<p>Тема 8. Карбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот.</p>	<p>Классификация. Номенклатура. Способы получения. Физические свойства. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона, Кислотные свойства карбоновых кислот и их зависимость от природы углеводородного радикала.</p> <p>8.1.Монокарбоновые кислоты. Химические свойства. Образование солей. Реакции нуклеофильного замещения (образование функциональных производных карбоновых кислот: галогенангидридов, ангидридов, сложных эфиров, амидов; механизм реакции этерификации). Замещение атома водорода при α-углеродном атоме.</p> <p>8.2.Ненасыщенные карбоновые кислоты. Химические свойства. Реакции по карбоксильной группе и кратной связи.</p> <p>8.3. Ароматические карбоновые кислоты. Ориентирующее действие карбоксильной группы в реакциях S_E.</p> <p>8.4. Дикарбоновые кислоты. Свойства дикарбоновых кислот как бифункциональных соединений. Специфические свойства дикарбоновых кислот. Отношение к нагреванию (декарбоксилирование, образование циклических ангидридов). Малоновая кислота, малоновый эфир. Синтезы на основе натрий-малонового эфира.</p> <p>8.5. Функциональные производные карбоновых кислот. Галогенангидриды и ангидриды карбоновых кислот. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства. Сложные эфиры. Номенклатура. Способы получения. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров (механизмы), Переэтерификация. Аминолиз сложных эфиров. Жиры (триацилглицерины). Свойства жиров (гидролиз, гидрогенизация, окисление). Аналитические характеристики жиров (йодное число, кислотное число, число омыления). Мыла и их свойства. Синтетические заменители мыла. Воски. Строение. Пчелиный воск. Спермацет. Амиды. Номенклатура. Способы получения. Кислотно-основные свойства. Гидролиз амидов. Расщепление амидов гипобромитами. Дегидратация. Сравнительная характеристика ацилирующих свойств карбоновых кислот, галогенангидридов, ангидридов,</p>

	сложных эфиров и амидов. Гидразиды, гидроксамовые кислоты, нитрилы. Строение. Номенклатура. Способы получения. Физические и химические свойства.
Тема 9. Азотсодержащие соединения	<p>9.1 Нитросоединения. Классификация. Номенклатура. Электронное строение нитрогруппы. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Аци-нитро-таутомерия; взаимодействие со щелочами. Взаимодействие нитросоединений с азотистой кислотой, альдегидами и кетонами. Восстановление нитроаренов (реакция Зинина), Реакции электрофильного замещения в ряду нитроаренов. Влияние нитрогруппы на реакционную способность углеводородного радикала.</p> <p>9.2. Алифатические и ароматические амины. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Способы получения алифатических и ароматических аминов. Физические и химические свойства. Основность аминов. Факторы, влияющие на силу оснований. Амины как нуклеофильные реагенты. Реакции алкилирования, ацилирования, образования оснований Шиффа, изонитрильная реакция. Взаимодействие первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление аминов. Влияние аминогруппы в ароматических аминах на протекание реакций электрофильного замещения (S_E): галогенирование, сульфирование, нитрование, нитрозирование. Сульфаниловая кислота. Синтез стрептоцида. Сульфаниламидные препараты. Способы получения и химические свойства диаминов.</p> <p>9.3 Диазо-, азосоединения. Классификация. Номенклатура. Реакция диазотирования, условия ее проведения, механизм. Строение солей диазония. Зависимость строения диазосоединений от pH среды. Реакции солей диазония с выделением азота (замещение диазогруппы на гидроксо-, алкокси, нитро-, цианогруппу, атомы водорода, галоген). Реакции солей диазония без выделения азота. Реакция азосочетания. Физические основы теории цветности. Представление о хромофорах и ауксохромах. Азокрасители (метилоранж, метиловый красный), индикаторные свойства.</p>
Содержательный модуль 3. Гетерофункциональные производные углеводов. Углеводы. Гетероциклические соединения.	
Тема 10. Галоген-карбоновые кислоты, оксикислоты, оксокислоты, аминокислоты.	<p>10.1. Галогенокарбоновые кислоты. Номенклатура, способы получения. Кислотные свойства и их зависимость от количества атомов галогена и взаимного влияния атома галогена и карбоксильной группы. Повышенная подвижность галогена при α-углеродном атоме (реакции S_N); превращение галогенозамещенных кислот в гидроксо- и аминокислоты.</p> <p>10.2. Гидроксо- и фенолокислоты. Номенклатура. Способы получения. Отношение α-, β- и γ-гидроксикислот к нагреванию (лактиды, лактоны). Расщепление α-гидроксикислот под действием концентрированной серной</p>

	<p>кислоты. Оптическая изомерия. Оптическая активность и удельное вращение. Хиральность и ахиральность молекул. Асимметрический атом углерода. Соединения с одним асимметрическим атомом углерода, энантиомеры, рацемическая форма. Изображение оптических изомеров на плоскости (проекционные формулы Фишера). Молекулы с двумя и более центрами хиральности. Диастереомеры и мезоформа. Номенклатура оптических изомеров (D, L- и R, S-системы обозначения конфигурации). Трео- и эритро-изомеры.</p> <p>10.3. Оксокислоты. Номенклатура. Способы получения. Специфические свойства оксокислот, обусловленные взаимным влиянием функциональных групп. Синтез, таутомерия и двойственная реакционная способность ацетоуксусного эфира. Синтезы карбоновых кислот и кетонов на основе ацетоуксусного эфира.</p> <p>10.4 Аминокислоты. Классификация. Номенклатура, способы получения. Химические свойства. Реакции по амино- и карбоксильной группе. Амфотерный характер аминокислот. Специфические реакции α-, β- и γ-аминокислот. Взаимодействие с азотистой кислотой и формальдегидом. Понятие о пептидах и белках. Пептидная связь. Дипептиды. Полипептиды. Синтез пептидов. Способы защиты амино- и карбоксильных групп. Способы активации свободной функции, спаивание пептидной связи.</p>
Тема 11. Углеводы	<p>Общая характеристика, классификация (моно-, олиго- и полисахариды). Биологическое значение. Понятие о фотосинтезе.</p> <p>11.1 Моносахариды (монозы). Классификация, строение и номенклатура (альдо-, кетопентозы и гексозы). Стереοизомерия. D- и L-стереохимические ряды. Цикло-оксо- (кольчато-цепная) таутомерия; фуранозы и пиранозы. Формулы Хеуорса; α- и β-аномеры. Мутаротация. Конформации циклических форм моносахаридов. Карбонильно-ендиольная таутомерия. Взаимное превращение моносахаридов под действием оснований (эпимеризация). Способы получения. Физические и химические свойства. Реакции оксоформ моносахаридов (оксинитрильный синтез, образование озазонов). Восстановление в полиолы. Окисление: образование гликоновых, гликаровых и гликуроновых кислот. Реакции полуацетального гидроксила. Образование гликозидов. O-, N-, S-Гликозиды: строение, отношение к гидролизу. Реакции спиртовых гидроксильных групп (ацилирование, алкилирование): образование сложных (ацетаты, фосфаты) и простых эфиров. Восстанавливающие свойства моноз. Понятие о видах брожения моносахаридов и их использование в промышленности.</p> <p>11.2. Дисахариды. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение, номенклатура. Химические свойства. Цикло-оксотатаутомерия восстанавливающих</p>

	<p>дисахаридов. Отношение к гидролизу. Окисление (мальтобионовая кислота). Инверсия сахарозы.</p> <p>11.3. Полисахариды: принцип построения, классификация и свойства. Гомополисахариды: крахмал (амилоза, амилопектин), гликоген, целлюлоза, декстраны, инулин. Пространственное строение амилозы и целлюлозы. Сложные и простые эфиры полисахаридов. Отношение полисахаридов и их эфиров к гидролизу. Производные целлюлозы (нитраты, ацетаты, ксантогенаты).</p>
Тема 12. Гетероциклические соединения	<p>Общая характеристика. Классификация по размеру цикла, природе гетероатома, количеству гетероатомов и степени насыщенности. Основные принципы номенклатуры гетероциклических соединений.</p> <p>12.1. Трех- и четырехчленные гетероциклы с одним гетероатомом. Оксиран, азиридин, оксетан, азетидин. Строение, способы получения и химические свойства. Реакции присоединения (A_N) по месту разрыва цикла. Реакции азиридина и азетидина как вторичных аминов. Эпихлоргидрин. β-пропиолактон. Тиофосфамид.</p> <p>12.2. Пяти- и шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Ароматический характер важнейших гетероциклических соединений. Электронное строение гетероатомов (N, O, S). Кислотно-основные свойства.</p> <p>Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, фуран, тиофен. Номенклатура. Строение, способы получения. Химические свойства. Ацидофобность пиррола и фурана. Реакции электрофильного замещения (S_E). Особенности реакций нитрования, сульфирования и галогенирования ацидофобных гетероциклов. Восстановление и окисление. Взаимопревращения пятичленных гетероциклов по Юрьеву. Специфические химические свойства пиррола и фурана. Соли пиррола. Методы идентификации пиррола, фурана и тиофена. Фурфурол. Фурацилин. Пирролидин. Тетрагидрофуран. Поливинилпирролидон. Порфин как устойчивая тетрапиррольная система. Металлопорфины. Гем. Хлорофилл. Витамин B_{12}. Индол (бензопиррол). Ацидофобность. NH-кислотные свойства. Особенности реакций электрофильного замещения (. Индоксил. Индиго. Индигокармин. Серотонин. 3-индолилуксусная кислота.</p> <p>Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.</p> <p>Азолы: пиразол, имидазол, тиазол, оксазол, изоксазол. Номенклатура. Строение. Способы получения. Химические свойства. Атомы азота пиррольного и пиридинового типов. Азольная таутомерия имидазола и пиразола. Кислотно-основные свойства. Реакции электрофильного замещения. Восстановление. Пиразолон-5 и его таутомерия.. Гистидин. Бензимидазол.</p> <p>Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Азины: пиридин, хиполин, изохинолин, акридин. Номенклатура, строение, ароматичность. Пиридин. Способы получения. Химические свойства. Реакции с участием гетероатома.</p>

	<p>Основные свойства. Реакции электрофильного (S_E) и нуклеофильного (S_N) замещения. Восстановление и окисление. Особенности химического поведения N-оксида пиридина. Пиперидин. Гомологи пиридина: α-, β- и γ-пиколины. Гидрокси- и аминопиридины. Способы получения, таутомерия и химические свойства. Пиридоксин (витамин B_6). Пиридинкарбоновые кислоты и их функциональные производные. Свойства и применение в медицине. Никотиновая кислота. Никотинамид (витамин PP). Кордиамин. Изоникотиновая кислота. Изониазид. Фтивазид. Азины с конденсированными циклами: хинолин, изохинолин, акридин. Способы получения (синтез Скраупа, реакция Бишлера-Напиральского). Химические свойства. 8-Гидроксихинолин. Комплексообразующая способность и применение в медицине. Хинозол. Нитроксолин (5-НОК). 9-Аминоакридин. Этакридина лактат (риванол). Гетероциклы группы пирана. Особенности строения α- и γ-пиранов. Строение и химические свойства α- и γ-пиранов. Соли пирилия. Бензопираны: кумарин, хромон, флаван, изофлаван. Строение, химические свойства. Флавоноиды: лутеолин, кверцетин, рутин. Токоферол (витамин E).</p> <p>Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Диазины: пиримидин, пиразин, пиридазин. Номенклатура, строение, способы получения, ароматичность. Химические свойства. Основность. Реакции нуклеофильного замещения (S_N). Особенности реакций электрофильного замещения (S_E). Гидрокси- и аминопроизводные пиримидина. Барбитуровая кислота. Синтез, кето-енольная и лактам-лактимная таутомерия, кислотные свойства. Барбитал. Фенобарбитал. Пиримидиновые основания: урацил, тимин, цитозин. 5-Фторурацил, тиамин (витамин B_1). Пиперазин. Основные свойства. Оксазин. Феноксазин. Тиазин. Фенотиазин.</p> <p>12,3. Семичленные гетероциклы. Диазепин, бензодиазепин.</p> <p>12,4. Конденсированные системы гетероциклов. Пурин: номенклатура, строение, ароматичность. Азольная таутомерия. Амфотерный характер. Оксопурины: гипоксантин, ксантин, мочева кислота. Лактам-лактимная таутомерия. Кислотные свойства мочевой кислоты, ее соли (ураты). Окисление (мурексидная проба). Кислотно-основные свойства. Аминопурины (пуриновые основания): аденин, гуанин. Птеридин: строение, свойства, производные. Фолиевая кислота (витамин B_c). Аллоксазин и изоаллоксазин. Строение и отношение к восстановлению. Рибофлавин (витамин B_2).</p>
--	--

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная, курс – 2, семестр -3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1	34	51		95	180
Тема 1. Теоретические основы органической химии	6	10		20	36
Тема 2. Насыщенные углеводороды (алканы, циклоалканы).	6	10		18	34
Тема 3. Ненасыщенные углеводороды (алкены, алкины, алкадиены)	6	10		17	33
Тема 4. Ароматические углеводороды	8	11		20	39
Тема 5. Галогенпроизводные углеводородов. Элементоорганические соединения.	8	10		20	38

Форма обучения – очная, курс – 2, семестр -4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 2	51	68		133	252
Тема 6. Спирты, фенолы, простые эфиры. Тиоспирты, тиофенолы.	10	16		30	56
Тема 7. Карбонильные соединения	14	18		36	68
Тема 8. Карбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот	14	16		30	60
Тема 9. Азотсодержащие соединения	13	18		37	68

Форма обучения – очная, курс – 3, семестр -5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 3	51	60		105	216
Тема 10. Галогенкарбоновые кислоты, оксикислоты, оксокислоты, аминокислоты.	19	20		34	73
Тема 11. Углеводы	12	20		35	67
Тема 12. Гетероциклические соединения	20	20		36	76

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Развитие теоретических представлений о строении органических веществ. Основные положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова.

2. Принципы классификации органических соединений. Классификация органических соединений по строению углеродной цепи, природе функциональной группы, по количеству и однородности функциональных групп.
3. Номенклатура органических соединений.
4. Типы гибридизации атома углерода.
5. Типы связи в органических соединениях.
6. Изомерия. Виды изомерии. Изомеры. Примеры.
7. Типы разрыва связей. Типы реакционных частиц. Механизмы органических реакций.
8. Механизм радикального замещения.
9. Предельные углеводороды. Строение. Свойства. Получение.
10. Термическое разложение предельных углеводородов. Пиролиз. Крекинг.
11. Механизм электрофильного присоединения.
12. Алкены. Строение. Свойства. Получение.
13. Реакции полимеризации органических соединений. Примеры.
14. Катионная и свободнорадикальная полимеризации у алкенов.
15. Понятие о сопряженных системах. Виды сопряжения. Строение бутадиена, бензола.
16. Диеновые углеводороды. Классификация. Свойства. Получение.
17. Алкины. Строение. Свойства. Получение.
18. Алициклические углеводороды. Классификация. Примеры соединений. Номенклатура.
19. Циклоалканы. Строение. Особенности химического поведения. Теория напряженности.
20. Ароматические углеводороды. Признаки ароматичности. Примеры ароматических систем. Особенности химических свойств.
21. Электронное строение бензола.
22. Арены. Химические свойства. Способы получения.
23. Механизм реакций электрофильного замещения у аренов.
24. Реакции замещения у ароматических углеводородов в кольцо и боковую цепь. Механизм реакций.
25. Взаимное влияние атомов в молекуле. Индукционный эффект. Свойства индукционного эффекта.
26. Взаимное влияние атомов в молекуле. Эффект сопряжения. Эффект сверхсопряжения.
27. Совместное проявление у заместителей индукционного эффекта и эффекта сопряжения.
28. Многоядерные ароматические системы. Нафталин.
29. Многоядерные ароматические системы. Антрацен. Фенантрен.
30. Влияние заместителей на распределение электронной плотности в бензольном кольце.

Раздел 2

1. Галогенпроизводные углеводородов. Классификация. Галогенпроизводные с нормальной, пониженной и повышенной реакционной способностью.
2. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Общие закономерности.
3. Понятие нуклеофильности и основности. Влияние различных факторов на основность и нуклеофильность.
4. Галогенпроизводные предельных углеводородов.
5. Мономолекулярное нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.

6. Бимолекулярное нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода.
7. Дигалогеналканы. Химические свойства. Получение.
8. Галогеналкены. Химические свойства. Получение.
9. Галогенарены.
10. Насыщенные одноатомные спирты.
11. Ненасыщенные спирты.
12. Многоатомные спирты. Этиленгликоль.
13. Многоатомные спирты. Глицерин.
14. Ароматические спирты.
15. Одноатомные фенолы.
16. Простые эфиры.
17. Циклические простые эфиры
18. Карбонильные соединения. Строение карбонильной группы. Изомерия. Номенклатура. Способы получения. Реакционная способность.
19. Насыщенные альдегиды алифатического ряда. Химические свойства.
20. Насыщенные кетоны алифатического ряда. Химические свойства.
21. Реакции конденсации карбонильных соединений. Условия, механизм, примеры.
22. Непредельные альдегиды и кетоны. Общие и специфические свойства.
23. Дикарбонильные соединения.
24. Ароматические альдегиды и кетоны. Реакции по кольцу, по карбонильной группе, особые свойства.
25. Карбоновые кислоты. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Физические свойства. Строение карбоксильной группы. Реакционная способность.
26. Насыщенные монокарбоновые кислоты. Химические свойства.
27. Насыщенные монокарбоновые кислоты. Реакции нуклеофильного замещения. Синхронный и стадийный механизм. Кислотный катализ.
28. Ненасыщенные монокарбоновые кислоты
29. Дикарбоновые насыщенные кислоты
30. Малоновый эфир. Особенности его химических свойств. Синтезы на основе На-малонового эфира.
31. Химические свойства ненасыщенных дикарбоновых кислот.
32. Ароматические карбоновые кислоты.
33. Функциональные производные карбоновых кислот: галогенангидриды. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства.
34. Функциональные производные карбоновых кислот: ангидриды. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства.
35. Функциональные производные карбоновых кислот: сложные эфиры. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства.
36. Функциональные производные карбоновых кислот: амиды. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства.
37. Функциональные производные карбоновых кислот: гидразиды. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства.
38. Функциональные производные карбоновых кислот: нитрилы. Номенклатура. Способы получения. Химические свойства.
39. Нитросоединения. Строение нитрогруппы. Алифатические нитросоединения.
40. Виды таутомерии в органической химии. Примеры.
41. Ароматические нитросоединения. Способы получения. Химические свойства.
42. Кислотность и основность органических соединений. Примеры. Влияние заместителей на кислотные и основные свойства.
43. Амины. Классификация. Физические свойства. Пространственное строение алкиламинов. Основные и нуклеофильные свойства аминов.

44. Алифатические амины.
45. Ароматические амины.
46. Диазосоединения
47. Азосоединения.
48. Реакция азосочетания. Синтез азокрасителей. Основы теории цветности.

Раздел 3

1. Оксикислоты. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Химические свойства: общие и специфические.
2. Оптическая активность органических соединений. Удельное вращение, молекулярное вращение. Зависимость удельного вращение от различных факторов.
3. Оптическая изомерия. Хиральный центр. Оптические изомеры. Понятие энантиомеров, диастереомеров. Мезоформа. Рацемическая смесь, способы ее разделения.
4. D- и L- номенклатура. Эритро- и treo- изомеры.
5. R-,S-номенклатура. Правило приоритетности. Номенклатура оптически активных соединений с несколькими хиральными центрами.
6. Стереохимия моно- и бимолекулярного нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Вальденовский стереохимический цикл.
7. Альдегидо- и кето-кислоты.
8. Ацетоуксусный эфир. Строение. Реакционная способность.
9. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.
10. Аминокислоты.
11. Пептиды, белки.
12. Пептидный синтез.
13. Моносахариды. Строение. Цикло-оксотаутомерия.
14. Моносахариды. Методы синтеза. Химические свойства.
15. Дисахариды.
16. Полисахариды.
17. Номенклатура гетероциклических соединений.
18. Азиридины. Синтез. Реакции азиридинов.
19. Оксираны (эпоксиды). Синтез кольца. Реакции оксиранов.
20. 2Н-азирин. Синтез кольца. Методы синтеза тиранов. Реакции тиранов.
21. Трехчленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Синтез кольца, реакции.
22. Методы синтеза четырехчленных гетероциклов с одним гетероатомом.
- Лактоны, лактамы. Электрофильное и нуклеофильное раскрытие кольца в ряду четырехчленных гетероциклов с одним гетероатомом.
23. Методы синтеза фурана, пиррола, тиюфена.
25. Электрофильное замещение в ряду фурана, пиррола, тиюфена.
26. Азолы. Методы получения 1,2-азолов.
27. Методы получения 1,3-азолов (имидазол, оксазол, тиазол).
28. Реакции электрофильного замещения в азолах. Реакции боковой цепи в азолах.
29. Методы синтеза конденсированных пятичленных гетероциклов.
32. Методы синтеза пиридинов.
33. Электрофильное замещение в ряду пиридина.
34. Нуклеофильное замещение в ряду пиридина.
35. Реакции боковой цепи в ряду пиридина.
36. Реакционная способность конденсированных гетероциклов
37. Методы синтеза моноциклических и конденсированных диазинов.
38. Реакции замещения в ряду моноциклических и конденсированных диазинов.

7.2. Темы докладов (рефератов)

Не предусмотрено

7.3. Темы письменных работ (типы задач)

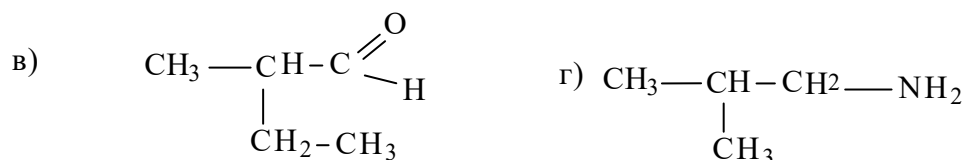
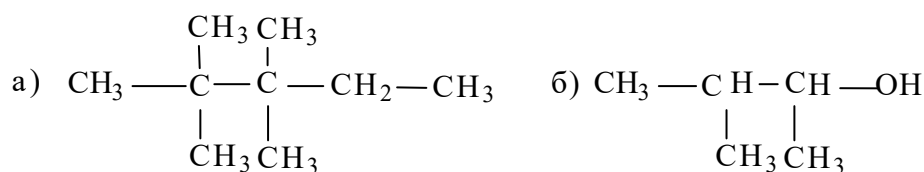
Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

Образец заданий для КР

1. Написать и назвать все возможные изомеры для соединений:

а) гексен; б) оксипропановая кислота; в) дихлорбензол; г) пентан.

2. Назвать по международной номенклатуре:



3. Определить тип гибридизации всех углеродных атомов в соединениях:

а) бутен-2; б) бутин-2; в) толуол; г) бутен-1-ин-3.

4. Написать механизм хлорирования 2-метилпропана на свету.

5. Написать механизм бромирования пропена в воде.

6. Написать схемы реакций 4-метилпентена-1 с: а) бромоводородом; б) водой (в присутствии серной кислоты); в) перманганатом калия; г) полимеризации.

7. Докажите, что пиридин относится к ароматическим соединениям.

8. Напишите реакции толуола с бромом: а) на свету; б) в присутствии бромида железа (III).

9. Напишите уравнения реакций 3-метилбутанола-2 с: а) натрием; б) пентахлоридом фосфора; в) уксусной кислотой; г) дегидратации.

10. Напишите уравнения реакций фенола с хлорангидридом уксусной кислоты: а) без катализатора; б) в присутствии катализатора (какого?)

11. Осуществите превращение фенола в 2,4,6-тринитрофенол.

12. Напишите уравнения реакций пентанона-2 с а) восстановления; б) синильной кислотой; в) гидроксиламином; г) метанолом.

13. На примере бутанала напишите уравнение и механизм реакции альдольно-кетоновой конденсации.

14. Напишите уравнения реакций 2-метилпропановой кислоты с: а) щелочью; б) пентахлоридом фосфора; в) метанолом; г) аммиаком (t°); д) хлором на свету.

15. Напишите уравнения реакций 2-оксибутановой кислоты с а) щелочью; б) пентахлоридом фосфора; в) натрием; г) аммиаком (t°); д) хлором на свету.

16. Объясните, что такое оптическая изомерия. Напишите оптические изомеры 2-оксипропановой кислоты.

17. Объясните, что такое таутомерия. Приведите пример.

18. На примере глюкозы покажите, как осуществляется образование пиранозных и фуранозных форм.

19. Напишите уравнения реакций α -D-глюкопиранозы с а) метанолом (HCl) б) иодистым метилом; в) хлорангидридом уксусной кислоты.

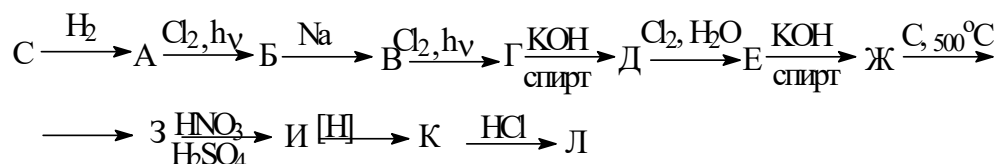
20. Напишите уравнения реакций 3-метиланилина с: а) HCl ; б) хлорангидридом уксусной кислоты без катализатора; в) хлорангидридом уксусной кислоты в присутствии $AlCl_3$.

21. Напишите уравнения реакций 2-аминопропановой кислоты с а) соляной кислотой; б) щелочью; в) этанолом; г) при нагревании.

22. Докажите ароматичность пиррола.

23. Напишите уравнение реакции алкилирования фурана. Укажите механизм.

24. Осуществите превращения:



25. Предложите схему синтеза бензилового спирта из бензола.

26. Напишите структурную формулу органического вещества состава C_5H_{12} , если известно, что при его хлорировании получается преимущественно третичное хлорпроизводное, а при нитровании - третичное нитросоединение.

27. Расставить в ряд по увеличению кислотных свойств. Объяснить.
вода, метиловый спирт, фенол

28. Расставить в ряд по увеличению основных свойств.
Анилин, п-нитроанилин, п-хлоранилин. Объяснить.

7.4. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ФБГОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет

Специальность:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Специализация:	Фундаментальная и прикладная химия
Программа подготовки:	Программа специалитета
Семестр	3
Учебная дисциплина	Органическая химия
	БИЛЕТ № 1

1. Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях.
2. Химические свойства диенов.
3. Приведите схему синтеза изомерных нитротолуолов из бензола.

Утверждено на заседании кафедры биохимии и органической химии
Протокол № _____ от „____” _____ года

Зав. кафедрой _____

Экзаменатор _____

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1,2,3	Выполнение лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы	30
ИТОГО		50
Экзамен		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории «Органическая химия и биологическая химия», оснащенной специальным оборудованием, и в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1 Иванов, В. Г. Органическая химия / В. Г. Иванов, В. А. Горленко, О. Н. Гева. - 6-е изд. - Москва : Академия, 2010. - 621 с.

2. Органическая химия. Теоретические основы и задания для аудиторной и самостоятельной работы : учебное пособие / составители: О. В. Баранова, И. Д. Одарюк, В. С. Дорошкевич, Н. Т. Малеева. - Донецк : ДонГУ, 2018. - 216 с.

3. Реутов, О. А. Органическая химия : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению и специальности "Химия" / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 3-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с.

4. Тюрина, Т. Г. Катализ в органической химии. Кинетика каталитических реакций : учебное пособие / Т. Г. Тюрина, М. А. Синельникова, С. Г. Бахтин ; Донецк : ДонГУ, 2018. - 107 с.

5. Нейланд, Ояр Я. Органическая химия : [Учеб. для хим. специальностей вузов] / О. Я. Нейланд. - М. : Высш. шк., 1990. - 750 с.

6. Шендрик А.Н., Космынин В.В., Баранова О.В. Спектральные методы исследования в органической химии и биохимии: учебно-методическое пособие, Донецк: ДонГУ, 2012.- 119 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. - Москва, 2019- . - URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). - Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. - Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000- . - URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). - Режим доступа: для авторизов. пользователей. - Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». - Москва, 2014- . - URL: <https://cyberleninka.ru/>. - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). - Режим доступа: для авторизов. пользователей. - Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. - Москва, 2013. - URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). - Режим доступа: для авторизов. пользователей. - Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». - Донецк, 2016- . - URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). - Режим доступа: свободный. - Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. - Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. - URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). - Режим доступа: поиск свободный, электронные документы - для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. - Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. - URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). - Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)

2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).