

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

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСОВОЙ РАБОТЫ
по курсу
«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	04.03.01 Химия
Профиль подготовки	Общий
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, очно-заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа курсовой работы по дисциплине «Органическая химия» для обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671 (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:

ст. преподаватель кафедры биохимии
и органической химии



М.А. Синельникова

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,
д-р хим. наук, проф.
28.03.2024 г.



В.М. Михальчук

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Органическая химия» включена в базовую (обязательную) часть учебного плана.

Изучение данной дисциплины основывается на базе предметов программы среднего общего образования: «Химия», «Математика», а также сопутствующих дисциплин программы бакалавриата: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия». Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, являются основой для изучения сопутствующих и последующих дисциплин: «Химическая технология», «Биоорганическая химия», «Химия гетероциклических соединений», специальные курсы, являются основой для прохождения практик; используются при подготовке выпускной квалификационной работы

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ / ПРАКТИКИ / КУРСОВОЙ РАБОТЫ / ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.00.00 Химия
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.16 Органическая химия
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц/ всего часов	16 / 576

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	3	5, 6	119	187		270	576	экзамен
Очная, всего								
Заочная	3	5,6	34	55		487	576	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Предоставить студентам фундаментально-научную и практическую подготовку по основам органической химии.

Задачи дисциплины:

выполнение вспомогательных профессиональных функций в научной деятельности (подготовка объектов исследований, выбор технических средств и методов испытаний, проведение экспериментальных исследований по заданной методике, обработка результатов эксперимента, подготовка отчета о выполненной работе);

подготовка учебных материалов и проведение теоретических и лабораторных занятий в образовательных организациях общего, среднего профессионального образования

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
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	ОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.	ОПК-2.3.1. Знает правила работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.3.2. Умеет проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик, стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе, исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Содержательный модуль 1	
1. Основные понятия органической химии. Номенклатура органических соединений	1.1. История развития органической химии. 1.2. Понятие субстрата, реагента, типа органических частиц (радикал, электрофил, нуклеофил)
2. Электронные эффекты в органической химии	2.1. Индукционный эффект. 2.2. Эффект сопряжения и гиперконъюгации. 2.3. Теория резонанса.
3. Строение и реакционная способность органических соединений	3.1. Теория строения органических соединений Бутлерова. 3.2. Понятие изомерии, гомологические ряды.
4. Алканы	4.1. Гомологический ряд алканов. 4.2. Изомерия: структурная и оптическая. Конформации. Номенклатура алканов. 4.3. Природные источники алканов. Методы получения. 4.4. Физические свойства алканов, закономерности их изменения в гомологическом ряду. 4.5. Химические свойства. Цепные реакции. Строение и стабильность свободных радикалов.

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
5. Алкены	5.1. Гомологический ряд алкенов. Изомерия. Номенклатура. 5.2. Методы получения. 5.3. Электрофильное присоединение, механизм. Карбокатионы, их стабильность в зависимости от строения. Правило Марковникова. Перекисный эффект Караша. Каталитическое гидрирование алкенов. Циклоприсоединения по двойной связи. Деструктивное окисление двойной связи, его использование для установления строения алкенов. 5.4. Стереорегулярные полимеры и условия их получения. Реакции алкилирования алкенами. Реакции в алильное положение.
6. Алкадиены	6.1. Классификация. Изомерия, номенклатура, конъюгированные диены: бутадиен, изопрен. 6.2. Получение: Электронное строение, стереохимия. 6.3. Влияние конъюгации на физические и химические свойства. 1,2 и 1,4-присоединение по электрофильному механизму (Мезомерия алильного катиона). 6.4. Диеновый синтез Дильса-Альдера. Синтетический и природный каучуки, их строение. 6.5. Стереоспецифической полимеризации изопрена. Другие виды синтетического каучука
7. Алкины	7.1. Гомологический ряд Алкинов. Изомерия. Номенклатура. Методы получения. Природа тройной связи. 7.2. Химические свойства. Механизм электрофильного и нуклеофильного присоединения к ацетилену. С-Н-кислотность ацетилену, образование ацетиленидов и галогенмагнийацетиленов. Конденсация ацетилену с альдегидами и кетонами. Ди-, три- и тетрамеризация ацетилену. 7.3. Изомеризации в ряду алкинов. Промышленное использование ацетилену.
8. Циклоалканы	8.1. Классификация. Строение алициклических углеводородов. 8.2. Теория напряжения Байера. Гипотеза Заксе-Мора. Конформация циклов. Аксиальные и экваториальные связи. 8.3. Циклоалканы. Изомерия. Номенклатура. Методы получения. Природные источники алициклических углеводородов. 8.4. Химические свойства: реакции замещения, окисления до дикарбоновых кислот, гидрирования и дегидрирования до ароматических соединений. Изомеризации циклов. Расширение и сужение циклов. 8.5. Специфичных реакции малых циклов. Циклоалкены и циклоалкадиены. Изомерия. Номенклатура. Методы получения, свойства. Необратимый катализ Зелинского.
9. Арены	9.1. Классификация. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. 9.2. Одноядерные арены. Гомологический ряд бензола. Изомерия, номенклатура. Промышленные методы получения ароматических углеводородов: ароматизация нефти и коксования каменного угля. Синтетические методы получения: конденсация алициклических соединений, реакции Фриделя-Крафтса и Вюрца-Фиттига. 9.3. Особенности физических и химических свойств бензола и его производных. Развитие представлений о строении бензола. Энергия образования и теплота гидрирования бензола. Энергия резонансной стабилизации. Характер С-С связей в бензоле. Реакции

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	электрофильного замещения в бензольном ядре: алкилирования, ацилирование (реакция Фриделя-Крафтса), галогенирование, нитрование, сульфирование. Механизм этих реакций, π- и σ-комплексы. 9.4. Влияние заместителей в бензольном ядре на его реакционную способность и ориентацию замещения. Правила ориентации. Реакции присоединения в бензоле: гидрирования, галогенирования. Озонолиз бензола, окисления его в малеиновый ангидрид, изомеризации при освещении. Реакции с участием боковых цепей аренов: галогенирование, нитрование, окисление, дегидрирование. Пути промышленного применения бензола и его гомологов. 9.5. Многоядерные ароматические углеводороды с неконденсированными ядрами: дифенил, соединения ди- и трифенилметанового ряда. Изомеризации производных дифенила. Методы получения, свойства. Соли трифенилкарбинолу (галохромиа). Трифенилметильный радикал, катион и анион. Причины, определяющие их стабильность. Красители трифенилметанового ряда: основные (парафуксин, малахитовый зеленый, кристаллический фиолетовый) и кислотные (фенолфталеин, флуоресцеин). 9.6. Ароматические углеводороды с конденсированными ядрами. Изометрия и номенклатура производных. Получение. Углеводороды линейного и углового строения. Сравнительная оценка ароматического характера бензола, нафталина, фенантрена и их энергии делокализации. Нафталин. Доказательство его строения. Синтез из соединений ряда бензола. Реакции электрофильного замещения и присоединения в ряду нафталина. Правила ориентации при электрофильном замещении в нафталине и его производных. Антрацен и фенантрен. Строение, изомерия, номенклатура, получение. Особенности реакции электрофильного замещения. Реакции присоединения, окисления и восстановления. Антрахинон и фенантренхинон.
Содержательный модуль 2	

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
10. Галогенпроизводные углеводородов	10.1. Изомерия. Номенклатура. Методы извлечения, галогенирование углеводородов, замещение гидроксила на галоген, присоединение галогеноводородов к ненасыщенным углеводородам. Особенности получения фторо- и йодопроизводных. 10.2. Строение и химические свойства. Реакция нуклеофильного замещения галогенов в алкилгалогенидах: получение спиртов, простых эфиров, нитрилов, нитросоединений, аминов, меркаптанов и др. Механизм S_N1 и S_N2. Стереохимия реакций в зависимости от механизма. Влияние на них электронных и стерических факторов в субстрате, природы отходящей группы реагента, растворителя. Амбидентатные ионы. 10.3. Механизм нуклеофильного замещения в арилгалогенидах и их особенности. Реакции отщепления галогеноводородов. Правило Зайцева. Механизм $E1$ и $E2$. Конкуренция замещения и отщепления. Взаимодействие галогенпроизводных с металлами, участие в реакциях алкилирования. 10.4. Ди- и полигалогенпохидни. Методы получения и свойства. Применение галогенпроизводных.
11. Гидроксипроизводные углеводородов	11.1. Классификация. Одноатомные спирты и фенолы. Изомерия. Номенклатура. Общие методы получения. Получение спиртов гидратацией алкенов. Получение фенола окислением кумола, щелочным сплавлением солей ароматических сульфокислот, из ароматических аминов. Физические свойства. Водородная связь. 11.2. Общие химические свойства спиртов и фенолов. Кислотность: реакции со щелочами, щелочными металлами, металлоорганическими соединениями. Основные и нуклеофильные свойства оксипроизводных, алколютов и фенолютов. Нуклеофильное замещение гидроксила на галоген (механизм S_N1 и S_N2). Получение простых и сложных эфиров. Окисления спиртов и фенолов. 11.3. Специфические свойства спиртов. Внутренняя и межмолекулярная дегидратация спиртов (механизм). Образование, стабилизация, перегруппировки. Специфические свойства фенолов. Взаимодействие с хлорным железом, вывод гидроксила путем восстановления. Реакции электрофильного замещения в феноле: нитрование, сульфирование, галогенирование. Активирующее и ориентирующее влияние гидроксила. Реакции фенолов с увеличением углеродного скелета. Конденсация фенола с формальдегидом. Каталитическое гидрирование. 11.4. Ненасыщенные спирты. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Методы получения, свойства. Енолы, их таутомерное равновесие с карбонильными соединениями. Правило Эльтекова-Эрленмейера. Фенолы как устойчивые енолы. Важнейшие представители насыщенных одноатомных спиртов, их получение в промышленности, применение. 11.5. Многоатомные спирты и фенолы. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Гликоли. Методы получения: гидролизом дигалогенпроизводных, галогенгидридов, гидратацией α-оксидов. Получение пинакона. Промышленный синтез глицерина из пропилена. Особенности химических свойств гликолей: образование внутримолекулярных комплексных гликолютов, дегидратация

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	(пинаколинове перегруппировки), окисления тетраацетатом свинца и йодной кислотой. Особенности химических свойств многоатомных фенолов. Этиленгликоль, 1,4-бутдиол, глицерин и их производные, промышленные способы получения, применение. Использование многоатомных фенолов как фотографических проявителей и веществ для получения красителей.
12. Простые эфиры.оксираны	12.1. Простые эфиры. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Получение по Вильямсону и дегидратацией спиртов. Химические свойства простых эфиров: образование оксониевых соединений, расщепление простых эфирных связей, образования гидропероксидов. Алкилвиниловые эфиры, получение, особенности химического поведения, применение. 12.2. Циклические простые эфиры. Оксид этилена. Реакции нуклеофильного присоединения: воды, спиртов, галогеноводородов, аммиака и др. Промышленный органический синтез на основе оксида этилена. Эпихлоргидрин. Эпоксидные смолы.
13. Карбонильные соединения. Хиноны.	13.1. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Альдегиды и кетоны. Методы получения: окислением и дегидрированием спиртов, гидролизом геминальных дигалогенпроизводных, пиролизом солей карбоновых кислот, гидратацией алкинов по Кучерову, окислением углеводов, гидроформилированием алкенов (оксосинтез). Введение ацильной и формильной групп в ароматическое ядро. Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость. 13.2. Химические свойства альдегидов и кетонов, нуклеофильное присоединение к карбонильной группе: бисульфита натрия, синильной кислоты, магнийорганических соединений, ацетиленида натрия, спиртов, воды. Реакции с аммиаком, аминами, гидроксиламином, гидразином и его производными. Восстановление альдегидов и кетонов до спиртов: комплексными гидридами металлов, реакциями Меервейна-Пондорфа-Верлея, Канниццаро, Тищенко. Реакции Клеменсена и Кижнера-Вольфа. Восстановительное аминирование кетонов. Замещение кислорода на галоген. Окисления альдегидов и кетонов с участием α-водородного атома: действие галогенов (галоформная реакция), нитрозирование, альдольно-кетоновая конденсация. Метиленовая и карбонильная компоненты. Основной и кислотный катализ в реакциях альдольно-кетоновой конденсации. Реакция Манниха. Конденсация формальдегида с алкенами (реакция Принса) и фенолами. Бензоиновая конденсация. Сравнительная характеристика свойств альдегидов и кетонов. Формальдегид, ацетальдегид, ацетон, циклогексанон, их промышленное получение и применение. 13.3. Ненасыщенные карбонильные соединения. Кетоны. Получение и свойства. Ненасыщенные альдегиды и кетоны. Конъюгация карбонильных и этиленовых двойных связей. Особенности реакций присоединения (1,2-и 1,4-присоединения). Винология. Участие α,β-ненасыщенных карбонильных соединений в реакциях диенового синтеза. Селективное окисление и восстановление. Полимеризация. Акролеин, метилвинилкетон, оксид мезитила, форон, коричный альдегид.

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	13.4. Дикарбонильные соединения. Классификация. α-дикарбонильные соединения: глиоксаль, диацетил. Получение, особенности химических свойств. В-Дикарбонильные соединения, их получение конденсацией сложных эфиров с кетонами. γ-Дикарбонильные соединения. Хиноны. Получение.. Свойства: взаимодействие с гидросиламином, галогенами, галогеноводородами и др. окислительно-восстановительные свойства, участие в реакциях диенового синтеза.
14. Карбоновые кислоты и их производные	14.1. Классификация. Монокарбоновые кислоты. Изомерия. Номенклатура. Методы получения. Строение карбоксильной группы. Ассоциация карбоновых кислот. Влияние электронных эффектов заместителей на кислотные свойства. Химические свойства карбоновых кислот. Важнейшие представители монокарбоновых кислот. Их получение и применение. 14.2. Ненасыщенные монокарбоновые кислоты. Изомерия структурная и геометрическая. Номенклатура. Методы получения. Общие химические свойства: реакции с участием карбоксила и двойной связи. α, β-Ненасыщенные кислоты. Особенности химического поведения, обусловленные конъюгацией двойной связи и карбоксильной группой. Полимеризация производных акриловой и метакриловой кислот. Олеиновая и элаидиновая кислоты. Бензойная кислота методы получения, свойства. 14.3. Дикарбоновые кислоты. Изомерия. Номенклатура. Методы получения. Кислотность и ее зависимость от строения. Особенности химических свойств: декарбоксилирование, дегидратация, окисление. Восстанавливающие свойства щавелевой кислоты. Малоновая кислота и ее эфиры, СН-кислотность метиленовой группы. Участие малонового эфира в реакции Михаэля и конденсации с альдегидами. 14.4. Ненасыщенные дикарбоновые кислоты. Малеиновая и фумаровая кислоты. Ацетилендикарбоновая кислота. Реакции электрофильного замещения в ароматических кислотах. Функциональные производные карбоновых кислот, их свойства: соли, сложные эфиры, галогенгидриды и ангидриды карбоновых кислот, нитрилы и амиды. Перегруппировки амидов, азидов, гидроксамовых кислот.
Содержательный модуль 3	

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
15. Нитросоединения	15.1. Классификация. Номенклатура. Методы получения. Строение нитрогруппы, ее электроноакцепторный характер. 15.2. Кислотность и таутомерия алифатических нитросоединений, реакции с щелочами, азотистой кислотой, карбонильными соединениями, галогеналкилами, галогенами, гидролиз в кислых растворах. Восстановление нитросоединений, особенности реакции в кислой и щелочной среде, промежуточные продукты. Нуклеофильное замещение в нитропроизводных бензола, комплекс Мензейгеймера. Применение нитросоединений (тротил и др.).
16. Амины	16.1. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Стереохимия третичных аминов и четвертичных аммониевых солей и оснований. Методы получения первичных, вторичных и третичных аминов: алкилирование и ацилирование аммиака и аминов; синтез Габриэля; восстановление нитросоединений, амидов, нитрилов, изонитрилов, оксимов, перегруппировки азотсодержащих соединений (Бензидиновая, семидинове, Бекмана, Гофмана, Курциуса, Лоссен). 16.2. Основность аминов. Зависимость основности от количества и природы заместителей для алифатических и ароматических соединений и кислотно-основные свойства аминов. Основность и нуклеофильность аминов. Реакции аминов как нуклеофильных реагентов. Взаимодействие азотной кислоты с первичными, вторичными и третичными алифатическими и ароматическими аминами. Изонитрильная реакция. Образование N-оксидов. Электрофильное замещение ароматических аминов в ядро. Защита аминогруппы. Применение аминов. 16.3. Диамины, их получение, свойства. Гексаметилендиамин, бензидин, их использование в реакции поликонденсации. Фенилендиамин, его использование для синтеза азотсодержащих гетероциклов.
17. Диазо- и азосоединения	17.1. Классификация. Ароматические диазосоединения. Диазотирование, условия реакции, механизм. Строение и таутомерия ароматических диазосоединений. Реакции диазосоединений с выделением азота, реакция Шимана, фотохимическое разложение. Синтез элементарноорганических соединений через диазосоединения (реакция Несмеянова). Реакция арилирования ароенов и ненасыщенных соединений. Реакции ароматических диазосоединений без выделения азота. 17.2. Азосочетание - пример реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре. Условия проведения реакции азосочетания с фенолами и аминами. Образование диазоаминосоединений. Азокрасители. Индикаторные свойства азокрасителей (метилловый оранжевый, конго красный). Связь между окраской и строением. Алифатические диазосоединения. Диазометан. Методы получения, строение, свойства. Использование диазометана как метилирующего реагента в реакциях с кислотами, фенолами, спиртами. Строение и реакционная способность карбенов.
18. Элементарноорганические соединения	18.1. Классификация. Номенклатура. Общая характеристика элементарноорганических соединений и характера связи между углеродом и элементом в зависимости от его положения в периодической системе. 18.2. Серосодержащие органические соединения. Классификация.

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	Тиолы: алифатические и ароматические (меркаптаны). Строение. Методы получения. Химические свойства. Реакции алкилирования и ацилирования. Сравнительная характеристика их свойств со свойствами спиртов и фенолов. Сульфиды (тиоэфиры), строение, получение, свойства. Строение и свойства солей сульфония. Сульфоны и сульфоксиды. Строение, получение, свойства. Понятие о тиокарбонильных соединений, сравнение с альдегидами и кетонами. Сульфоокислоты. Классификация. Сульфеновые кислоты, получение. Сульфиновые кислоты, получение, свойства. Сульфоновые кислоты, строение. Методы получения алкил- и арилсульфоокислот. Свойства сульфоновых кислот. Функциональные производные арил и алкилсульфоокислот: соли, хлорангидриды, складни эфиры, амиды. Эфиры, сульфоокислот как алкилирующие реагенты. Применение солей сульфоокислот как моющих средств. Сульфамидные препараты. 18.2. Фосфорорганические соединения. Классификация: фосфин и алкилфосфины, фосфиниста, фосфониста, фосфоновая кислота, фосфиноксид. Методы получения, взаимные переходы, реакция Арбузова. 18.3. Кремнийорганические соединения, их классификация, номенклатура. Методы получения, свойства, синтез полимеров. 18.4. Металлоорганические соединения. Характер связей углерод-металл. Номенклатура. Общие методы получения, свойства реакции с веществами, содержащими активный водород, алкилгалогенидами, галогенидами неметаллов, неметаллами VI-VII групп, присоединение к кислородсодержащим циклам, двойным связям. Металлоорганические соединения металлов I и II групп. Методы получения и применения в органическом синтезе. Алюминийорганические соединения, получение по Циглеру, использование в качестве катализаторов стереоспецифической полимеризации.
Содержательный модуль 4	

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
19. Гидроксикислоты. Производные угольной кислоты	19.1. Классификация. Номенклатура. Атомность, основность оксикислот. Изомерия: структурная, положения функциональных групп, оптическая. Относительная (D, L-) и абсолютная (R-, S-) - конфигурация оптических изомеров. Правило Ингольд-Кана-Прелога. Методы получения оксикислот (общие и специфические). Физические свойства. Химические свойства оксикислот, в том числе свойства, обусловленные наличием гидроксильной и карбоксильной групп: синтез аспирина и салолла. Дегидратация α-, β- и γ-оксикислот. Восстановление и кислотное расщепление оксикислот. 19.2. Двухосновные оксикислоты. Яблочная кислота. Методы получения. Понятие об асимметричном синтезе. Методы разделения рацематов. Специфические свойства. Винная кислота. Получение, специфические свойства. Отношение к нагреванию лимонной кислоты. 19.3. Производные угольной кислоты. Галогенангидриды. Хлоругольная кислота и ее эфиры: получение, свойства, фосген; получение, свойства, применение. Эфиры угольной кислоты: кислые, средние, ортоэфиры. Получение, свойства. Ортоэфиры как ацеталь- и кеталь-образующие реагенты. Амиды угольной кислоты. Карбаминовая кислота и ее эфиры - уретаны. Карбамид (мочевина). Получение, свойства. Уреиды, урвые кислоты, парабанова и барбитуровые кислоты, карбамидные и мочевиноформальдегидные смолы. Гуанидин. получение. Основные свойства. Тиомочевина. Получение, свойства. Нитрилы угольной кислоты: циановой и изоциановой кислоты, цианаты и изоцианаты, циануровой кислота. Серосодержащие производные угольной кислоты.
20. Оксокислоты	20.1. Классификация, изомерия, номенклатура и строение. Общие методы получения оксокислот - окисление, гидролиз. Специфические методы получения α-, β- и γ-оксокислот (глиоксиловая, пировиноградная, ацетоуксусная, левулиновая кислоты). 20.2. Общие и специфические свойства оксокислот: реакция Канниццаро, отношение к нагреванию α- и β-оксокислот, кетонная таутомерия, преобразования β-, γ- и δ-кислот, кольчато-цепная таутомерия γ- и δ-оксокислот. 20.3. Ацетоуксусный эфир, выделение таутомерных форм, причины относительной стабильности енольной формы. Реакции кетонной формы ацетоуксусного эфира, реакция Михаэля. Реакции енольной формы ацетоуксусного эфира: взаимодействие с хлоридом фосфора (V), хлоридом железа (III), бромом, галогенангидридом, диазометаном. Натрийацетоуксусный эфир. Алкилирование натрийацетоуксусного эфира, реакции с переносом реакционного центра. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира и продуктов его алкилирования. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.
21. Аминокислоты. Белки.	21.1. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Природные аминокислоты, их стереохимия. Общие методы получения, специфические методы получения α-аминокислот (метод Штреккер-Зелинского, из эфиров нитроуксусной кислоты, из N-ацетиламиномалонового эфира), β-аминокислот (присоединение

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
	аммиака к ненасыщенным кислотам, метод Родионова), γ-, δ-, ε-аминокислот (гидролиз лактамов). получение ароматических аминокислот. Физические свойства, понятия об изоэлектрической точке, бетаины (цвиттер-ионы). Амфотерность. 21.2. Химические свойства. Общие свойства по карбоксильной и аминогруппами. Специфические свойства аминокислот: отношение к нагреванию, образования пептидов, комплексов с металлами. Применение аминокислот: пищевые добавки, синтетические волокна, комплексоны (трилон Б). 21.3. Пептиды и полипептиды. Пептидная связь, методы получения пептидов и полипептидов из различных аминокислот. Защита аминогруппы и активация карбоксигруппы N-аминокислоты. Защита карбокси-группы C-аминокислоты. Методы снятия защиты: гидролиз, восстановление. Методы установления состава и строения полипептидов: расщепление с N- и C-конца. Природные полипептиды. Белки, их общая характеристика. Состав белков. Протеины и протеиды. Представление о строении белков. Свойства белков. Качественные реакции на белки.
22. Углеводы	22.1. Классификация. Моносахариды (монозы) -полиоксиальдегиды и полиоксокетоны. Классификация моносахаридов.стереоизомерия моноз. Абсолютная и относительная конфигурация D- и L- ряды, их стереохимическое родство с глицериновым альдегидом. Стереохимический ряд моноз, важнейшие представители. Кольчаточная таутомерия. Мутаротации, α- и β-аномеры, гликозидный гидроксил. Проекционные формулы Фишера и перспективные формулы Хеуорса. Пространственное строение альдогексоз. Пиранозные и фуранозные циклы. Методы сокращения цепи моносахаридов: метод Воля, метод Руффа. Продление углеродного цепи моносахаридов - синтез Килиан-Фишера. 22.2. Свойства моносахаридов. Реакции открытой формы, эпимеризация. Эпимеры. Реакции циклических форм. Гидролиз гликозидов, агликоновая группа. Дисахариды (биозы). Классификация. Номенклатура. Строение. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Мальтоза, целобиоза, лактоза, сахароза. Инверсия оптической активности сахарозы при гидролизе. Мутаротации. Реакции алкилирования и ацилирования, гидролиз. 22.3. Специфические реакции восстанавливающих дисахаридов. Полисахариды. Крахмал, гликоген, целлюлоза (клетчатка). Строение полисахаридов, их распространение в природе, значение. Качественные реакции на крахмал, целлюлозу. Гидролиз. Простые и сложные эфиры целлюлозы: метил, этил и ацетилцеллюлозу. Нитроцеллюлоза, целлулоид, целлофан. Искусственные волокна на основе целлюлозы. Методы установления строения сахаридов. Установление размера цикла.
Содержательный модуль 5	

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
23. Общие представления и классификация ГЦ	23.1. Классификация. Номенклатура. Ароматические гетероциклы, природа их ароматичности. Характер делокализации p-электронов в пяти- и шестичленных гетероциклах. Влияние гетероатома. Энергия делокализации как мера ароматичности гетероциклов. Сравнительная характеристика ароматичности бензола и ароматических гетероциклов. Роль гетероциклических соединений в природе и в промышленном органическом синтезе.
24. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (азот, кислород, сера)	24.1. Сравнительная характеристика гетероциклов. Влияние природы гетероатома на ароматичность, ненасыщенность и ацидофобность. 24.2. Общие методы синтеза фурана, пиррола и тиафена. Специфические методы синтезов фурана; пиррола, тиафена. Взаимные превращения гетероциклов. 24.3. Химические свойства. Общие свойства. Основность и кислотность. Ацидофобность фурана и пиррола. Реакции с малеиновым ангидридом: циклоприсоединения к фурану, замещение в пирроле. Специфические свойства. 24.4. Фуран: расщепление спиртами с образованием диацеталей, окисление до янтарного ангидрида. 24.5. Пиррол N-H кислотность и синтез на основе металл-пирролов; расщепление гидроксиламином; расширение цикла; окисление до малеинимида; конденсация с формальдегидом. 24.6. Тиафен: хлорметилирование; присоединения к дицианацетилену; отношение к окислителям. 24.7. Важнейшие производные. Пирролидин, пиrolин. Порфин, порфирины. Понятие о строении и биохимической роли хлорофилла и гемоглобина. Пирольный и пирролидиновый циклы в алкалоидах. Фурфурол. Получение. Свойства. 24.8. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом, конденсированные с бензольным ядром. Индол, тинафтен, кумарон, карбазол. Строение, ароматичность. Методы синтеза индола. Свойства. Ацидофобность. Протонная подвижность N-H-водорода (индолилмагнийбромид, индолилнатрий и их реакции). Электрофильное замещение. Реакция Манниха. Взаимодействие с щелочным раствором хлороформа. Восстановление. Важнейшие производные индола. Триптофан. Скатола. Оксииндолы, кето-енольная и лактим-лактазная таутомерия. Индоксил. Промышленный синтез индиго. Белый индиго. Красители на основе индиго. Тиоиндиго. Индолилуксусная кислота (гетероауксин). Карбазол. Строение. Номенклатура. Электрофильное замещения в карбазоле. Поливинилкарбазол.
25. Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами	25.1. Классификация. Строение. Взаимное влияние атомов в имидазоле и пиразоле. 25.2. Методы получения пиразола из гидразина и β -дикарбонильных соединений, или эфиров малоновой кислоты, из диазومتана. Получение имидазола с глиоксаля, из амидина. 25.3. Кислотно-основные свойства пиразола и имидазола. Реакции электрофильного замещения. Частичное (пиразолин, имидазолин) и полное (пиразолидин, имидазолидин) восстановление. Производные пиразола. Антипирин, амидопирин, анальгин. Производные имидазола: гистидин, гистамин. Понятие о триазолах и тетразолах.
26. Шестичленные гетероциклы с	26.1. Пиридин. Строение. Получение пиридина при коксовании каменного угля. Синтез пиридина и алкилпиридинов реакциями

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
одним гетероатомом	конденсации с акролеином, уксусного альдегида. Синтез Ганча. Циклизация ацетилена с синильной кислотой. 26.2. Реакционная способность пиридина. Нуклеофильное замещение. Электрофильное замещение. Радикальное замещение с солями диазония. Основность и нуклеофильность пиридина. Реакции с кислотами, алкилгалогенидами, ацилгалогенидами, образования комплексов с оксидом серы (VI), бромом. Получение N-оксида пиридина и использования его в синтезе производных пиридина. Озонолиз пиридина. Восстановление пиридина. Пиперидин. Производные пиридина и их свойства. Пиколины. C-H кислотность пиколина, конденсация с альдегидами. Окисление пиколинов. Винилпиридин. Хлорпиридин. Окси- и аминопиридины. Таутомерия α- и γ-окси- и аминопиридинов, реакции таутомерных форм. Диазотирование аминопиридинов. Пиридиновые и пиперидиновые циклы в алкалоидах. Лекарственные вещества на основе пиридина и пиперидина. 26.3. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом, конденсированные с бензольным ядром. Хинолин, изохинолин, акридин. Строение. Ароматичность. Сравнительная характеристика реакционной способности между собой и относительно пиридина и бензола. Синтез хинолина. Реакции электрофильного замещения в хинолине. Нуклеофильное замещение. Основные свойства. Образование N-оксидов. Окисление. Частичное и полное восстановление хинолина. Производные хинолина. Хинальдин, его C-H кислотность. 8 оксихинолин (Оксин), его способность к образованию комплексов с ионами металлов. Таутомерные преобразования α- и γ-окси и аминохинолинов, реакции таутомерных форм. Хинин. Изохинолин. Получение. Способность изохинолина к реакциям нуклеофильного замещения. Электрофильное замещение. Основные свойства. Окисление. Частичное и полное восстановление. Производные изохинолина. 26.4. Акридин, получение. Реакции аминирования, алкилирования акридина. Окисление и восстановление акридина. Лекарственные вещества на основе акридина.
27. Шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами	27.1. Диазины: пиразин, пиримидин, пиридазин. Строение. Сравнительная реакционная способность. Методы получения. Нуклеофильное замещение. 27.2. Электрофильное замещение в производных диазинов. Основные свойства по сравнению с пиридином. Реакции окисления-восстановления. 27.3. Важнейшие производные. Пиримидиновые основания: урацил, цитозин, тимин, их синтез. Синтез барбитуровой кислоты. Таутомерия окси- и аминопроизводных диазинов. Лекарственные вещества на основе пиримидина. Пурины, строение. Производные Пурина: гуанин, аденин, гипоксантин, ксантин, мочевая кислота. Синтез мочевой кислоты методами Фишера и Трауба. Синтез пуриновых оснований из мочевой кислоты. 27.4. Нуклеиновые кислоты. Рибо- и дезоксирибонуклеиновые кислоты (РНК и ДНК). Первичная и вторичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды, нуклеозиды. Комплементарные основания. Роль нуклеиновых кислот в живой природе.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1. Основные понятия органической химии. Номенклатура органических соединений	4	6		10	20
Тема 2. Электронные эффекты в органической химии	2	6		10	18
Тема 3. Строение и реакционная способность органических соединений	2	6		10	18
Тема 4. Алканы	4	6		10	20
Тема 5. Алкены	4	6		10	20
Тема 6. Алкадиены	4	6		10	20
Тема 7. Алкины.	4	6		10	20
Тема 8. Циклоалканы	6	6		10	22
Тема 9. Арены	6	6		10	22
Тема 10. Галогенпроизводные углеводородов	4	8		10	22
Тема 11. Гидроксипроизводные углеводородов	6	8		10	24
Тема 12. Простые эфиры. Оксираны	4	8		10	22
Тема 13. Карбонильные соединения. Хиноны	6	8		10	24
Тема 14. Карбоновые кислоты и их производные.	6	10		10	26
ИТОГО за семестр	62	96		140	298

6.2. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 15. Нитросоединения	4	9		10	23
Тема 16. Амины	4	8		10	22
Тема 17. Диазо- и азосоединения	4	8		10	22
Тема 18. Сера-, фосфор-, кремнийорганические соединения	4	8		10	22
Тема 19. Гидроксикислоты. Производные угольной кислоты	4	8		10	20
Тема 20. Оксокислоты	4	6		10	20
Тема 21. Аминокислоты. Белки	4	8		10	20
Тема 22. Углеводы	6	8		10	24
Тема 23. Общие представления и классификация ГЦ	1	4		10	15
Тема 24. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (азот, кислород, сера)	6	6		10	22
Тема 25. Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами	5	6		10	21
Тема 26. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом	6	6		10	22

Тема 27. Шестичленныегетероциклы с несколькими гетероатомами	5	6		10	21
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	57	91		130	278
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	119	187		270	576

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Основные понятия органической химии. Номенклатура органических соединений
2. Электронные эффекты в органической химии
3. Строение и реакционная способность органических соединений
4. Алканы
5. Алкены
6. Алкадиены
7. Алкины.
8. Циклоалканы
9. Арены

Раздел 2

1. Галогенпроизводные углеводородов
2. Гидроксипроизводные углеводородов
3. Простые эфиры. Оксираны
4. Карбонильные соединения. Хиноны
5. Карбоновые кислоты и их производные.

Раздел 3

1. Нитросоединения
2. Амины
3. Диазо- и азосоединения
4. Сера-, фосфор-, кремнийорганические соединения

Раздел 4

1. Гидроксикислоты. Производные угольной кислоты
2. Оксокислоты
3. Аминокислоты. Белки
4. Углеводы

Раздел 5

1. Общие представления и классификация ГЦ
2. Пятичленныегетероциклы с одним гетероатомом (азот, кислород, сера)
3. Пятичленныегетероциклы с несколькими гетероатомами
4. Шестичленныегетероциклы с одним гетероатомом
5. Шестичленныегетероциклы с несколькими гетероатомами

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

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

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

Донецкий государственный университет

Химический факультет

Кафедра биохимии и органической химии

Программа высшего образования

Направление подготовки

Профиль подготовки

Форма обучения

Семестр

Дисциплина

Программа бакалавриата

04.03.01 Химия

химия

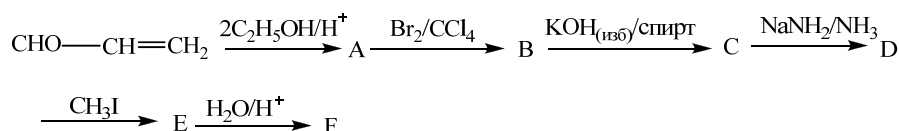
очная, очно-заочная

Пятый

Органическая химия

Экзаменационный билет № 1

1. Циклоалканы и циклоалкены. Классификация. Строение. Изомерия. Номенклатура. Методы получения и свойства.
2. Реакции отщепления. Механизм E1. Примеры. Правило Зайцева.
3. Ароматические карбоновые кислоты. Строение. Методы получения и свойства.
4. Получите тремя методами пентанон-3 и напишите для него реакции с: а) KMnO_4 ; б) $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$; в) NH_2OH ; г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}^+$; д) $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}$; е) $\text{Al}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_3$
5. Осуществите превращение и назовите продукты:



6. На основе

малонового эфира получите 2-метилбутановую кислоту.

Утверждено на заседании кафедры биохимии и органической химии, протокол № ____ от ____ г.

Заведующий кафедрой

О.В. Баранова

Экзаменатор

М.А. Синельникова

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.).

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Вид работы	Максимальное количество баллов
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа	10
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	10
	Итого	30

Содержательный модуль 2	Организационно-учебная работа	10
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	10
	Итого	30
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

8.1.Семестр 2

Номера разделов	Вид работы	Максимальное количество баллов
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	5
	Итого	20
Содержательный модуль 2	Организационно-учебная работа	5
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	5
	Итого	20
Содержательный модуль 3	Организационно-учебная работа	
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	5
	Итого	20
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибальной 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

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Реутов, О. А. Органическая химия: Учеб.для студентов вузов по направлению и специальности "Химия": В 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : Бином. Лаб. знаний, 2005. - 567 с.
2. Реутов, О. А. Органическая химия: Учеб.для студентов вузов по направлению и специальности "Химия": В 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Бином. Лаб. знаний, 2004. - 623 с
3. Реутов, О. А. Органическая химия: Учеб.для вузов по направлению и специальности "Химия": В 4 ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ;Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Бином. Лаб. знаний, 2004. - 544 с
4. Реутов, О. А. Органическая химия:Учеб.для вузов по направлению и специальности "Химия": В 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ;Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Бином. Лаб. знаний, 2004. - 726 с.
5. Нейланд, Ояр Я. Органическая химия : [Учеб.для хим. специальностей вузов] / О. Я. Нейланд. - М.: Высш. шк., 1990. – 750 с

Дополнительная литература

1. Боровлев И. В. Органическая химия: термины и основные реакции: учеб.пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки и специальности "Химия" / И. В. Боровлев. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 359 с.
2. Органическая химия. Теоретические основы и задания для аудиторной и самостоятельной работы: учебное пособие / ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Химический факультет, Кафедра биохимии и органической химии; составители: О. В. Баранова, И. Д. Одарюк, В. С. Дорошкевич, Н. Т. Малеева. - Донецк: ДонНУ, 2018. - 216 с.
3. Хаханина, Т. И. Органическая химия: учеб.пособие / Т. И. Хаханина, Н. Г. Осипенкова, А. А. Гурская; под ред. Т. И. Хаханиной. - Москва : ЮРАЙТ: Высш. образование, 2009. – 395 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. MicrosoftOffice (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. MicrosoftVisualStudio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, AdobeAcrobatReader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).