

**Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»**

Кафедра общей и биоорганической химии

Авторы:

Е.Г. Тюлькова, зав. кафедрой, к.б.н, доцент кафедры;

Ж.Н. Громько, старший преподаватель кафедры;

М.В. Одинцова, старший преподаватель кафедры;

А.К. Довнар, старший преподаватель кафедры.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для проведения лабораторного занятия со студентами
I курса лечебного факультета,
обучающихся по специальности 7-07-0911-01 «Лечебное дело»
по дисциплине «Биоорганическая химия»

Тема 1: Введение в дисциплину «Биоорганическая химия».
Классификация и номенклатура органических соединений

Время: 3 часа

Утверждено на заседании кафедры
общей и биоорганической химии
(протокол № 9 от 31.08.2023)

УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

Учебная цель:

– формирование у студентов базовой профессиональной компетенции для решения диагностических, научно-исследовательских и иных задач профессиональной деятельности на основе знаний о классификации и правилах номенклатуры органических соединений, являющихся объектами изучения биоорганической химии;

– формирование у студентов умений и навыков, необходимых для составления названий органических соединений.

Воспитательная цель:

– создать условия для формирования следующих мировоззренческих идей: обусловленность развития химической науки потребностями производства, жизни, быта, уровнем здоровья населения; истинность научных знаний и законов природы.

Задачи:

В результате проведения занятия студент должен

знать:

– правила международной химической номенклатуры;
– фундаментальные представления теоретической органической химии как основы для понимания строения и реакционной способности органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и изучения последующих медико-биологических и клинических дисциплин;

уметь:

– классифицировать органические соединения по строению углеродного скелета и по природе функциональных групп;
– составлять формулы по названию и по структурной формуле давать название представителям биологически важных веществ и лекарственных средств;

владеть:

– навыками определения классов органических соединений и их основных функциональных групп;
– навыками составления формул по названиям и по структурным формулам давать названия органическим соединениям.

Мотивация для усвоения темы:

Огромное количество органических соединений, которых в настоящее время насчитывается более 10 млн., классифицируют с учетом строения углеродной цепи (углеродного скелета) и присутствующих в молекуле функциональных групп. Изучение данной темы является важным этапом в формировании у студентов-медиков целостного представления о многообразии и взаимосвязи важнейших классов органических соединений.

Не менее важным этапом обучения является знакомство будущих врачей с номенклатурой органических соединений, т.е. с системой правил, позволяющих дать однозначное название каждому индивидуальному соединению. В настоящее время общепринятой является систематическая номенклатура ИЮПАК. Кроме того, в

органической химии сохраняются и тривиальные (обыденные) названия, использовавшиеся еще до того, как становилось известным строение вещества.

Правила номенклатуры должны служить постоянным руководством при последующем изучении конкретных классов органических соединений и их отдельных представителей. Знание общих правил номенклатуры имеет большое значение, так как в соответствии с ними строятся названия многочисленных лекарственных средств, с которыми врачи будут встречаться в профессиональной деятельности. Полученные знания об основах классификации и номенклатуры органических веществ потребуются студентам при изучении курсов биохимии, общей и клинической фармакологии.

МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

1. Методические рекомендации для студентов по теме «Введение в дисциплину «Биоорганическая химия». Классификация и номенклатура органических соединений».

2. Учебные таблицы:

а) периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева;

б) таблица старшинства функциональных групп по классификации ИЮПАК.

3. Раздаточный материал.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ

1. Классификация органических соединений.

2. Номенклатура органических соединений.

3. Основные правила систематической номенклатуры отдельных классов органических соединений – углеводов (предельных и непредельных), спиртов, альдегидов, карбоновых кислот, аминов, аминокислот.

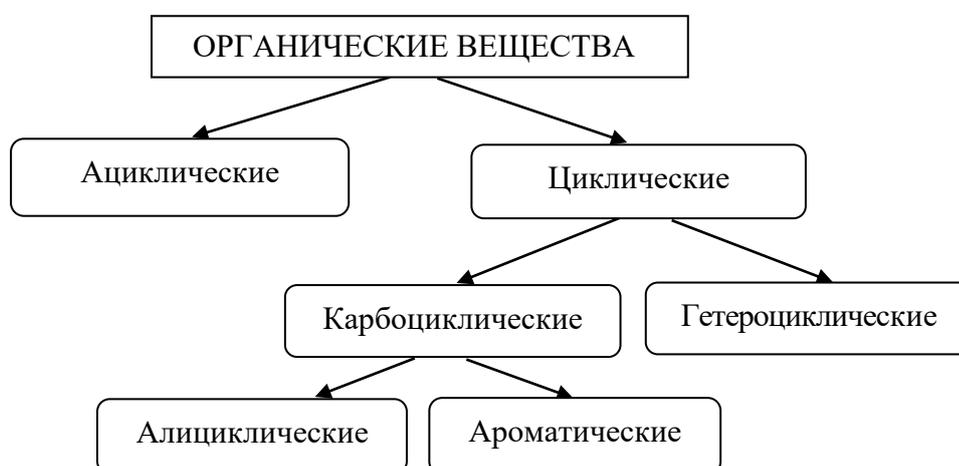
ХОД ЗАНЯТИЯ

Теоретическая часть

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

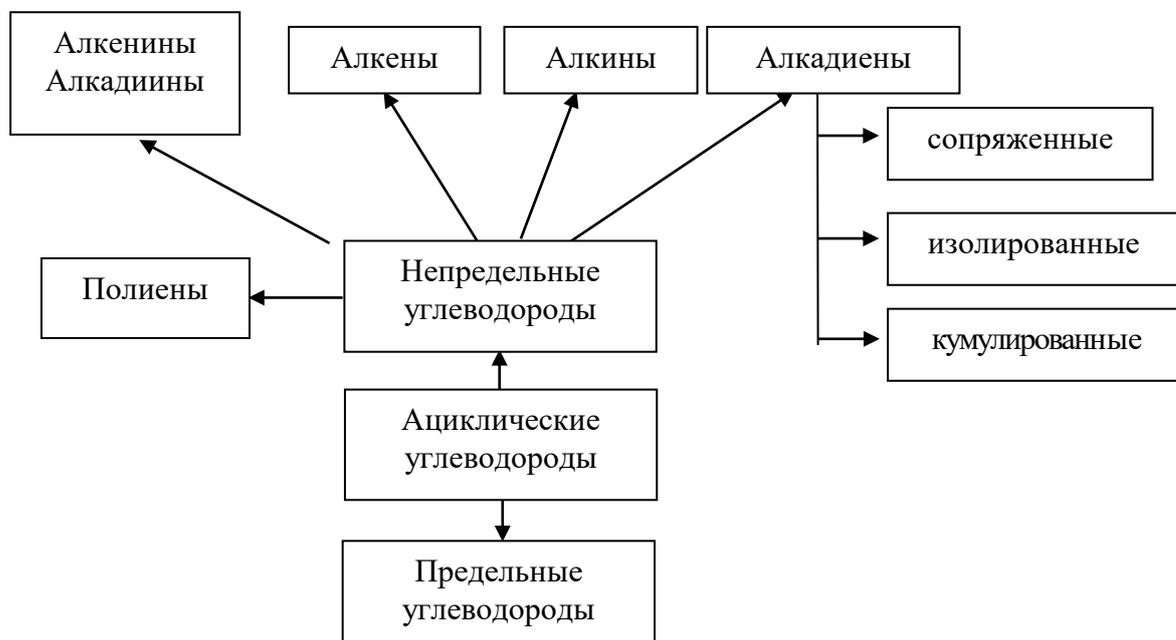
Органические вещества можно классифицировать по разным принципам [1]:

1) *строению углеродного скелета*



Простейшие органические соединения – это *углеводороды* – вещества, в состав молекул которых входят только атомы углерода и водорода.

Ациклические (алифатические) углеводороды – это соединения с открытой незамкнутой углеродной цепью. Схема классификации ациклических соединений имеет вид:



Циклические углеводороды – это соединения с замкнутой цепью атомов.

В зависимости от природы атомов, составляющих цикл, они делятся на карбоциклические и гетероциклические соединения.

Карбоциклические соединения содержат в цикле только атомы углерода и подразделяются на две существенно различающиеся по химическим свойствам группы: алифатические циклические (алициклические) и ароматические углеводороды (таблица 1).

Таблица 1 – Представители карбоциклических углеводородов

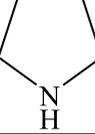
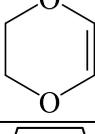
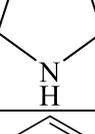
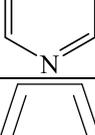
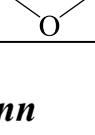
Название класса	Представитель	
	формула	название
Алициклические насыщенные углеводороды		Циклогексан
Алициклические ненасыщенные углеводороды		Циклогексен
Ароматические углеводороды (арены)		Бензол
		Нафталин

Алициклические соединения по свойствам существенно не отличаются от соединений с открытой цепью и тоже могут быть насыщенными либо ненасыщенными.

Ароматические углеводороды (арены) содержат ненасыщенные циклы особого характера, вследствие чего их свойства существенно отличаются от свойств остальных углеводородов.

Гетероциклические соединения, помимо атомов углерода, в цикле содержат один или несколько атомов других элементов (азота, серы, кислорода). Они также подразделяются на несколько групп: насыщенные, ненасыщенные и ароматические (таблица 2).

Таблица 2 – Представители гетероциклических углеводородов

Название класса	Представитель	
	формула	название
Насыщенные углеводороды		Этиленоксид
		Пирролидин
Ненасыщенные углеводороды		1,4-диоксен
		Пирролин
Ароматические углеводороды		Пиридин
		Фуран

2) наличие функциональных групп

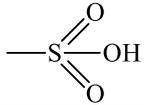
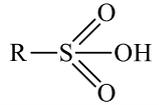
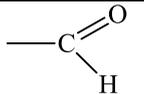
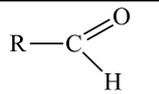
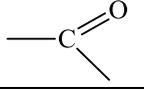
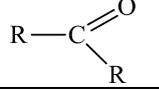
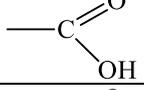
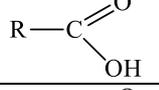
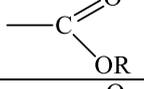
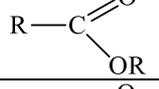
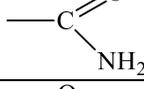
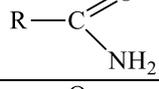
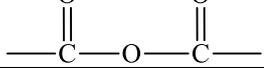
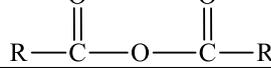
Функциональная группа – это атом или группа атомов, которая определяет свойства химических соединений. Обычно говорят о группах атомов, содержащих гетероатом (например, –ОН, –СНО, –NH₂).

Монофункциональные соединения содержат только одну функциональную группу. Наличие этой группы позволяет отнести вещество к определенному классу, например, галогеналканов, спиртов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот и т.д.

Полифункциональные соединения содержат две или несколько одинаковых функциональных групп (например, полиолы), *гетерофункциональные соединения* – две или несколько различных функциональных групп (например, моносахариды, аминокислоты, гидроксикислоты) [1].

Наличие (отсутствие) функциональных групп дает возможность отнести соединение к определенному классу (таблица 3).

Таблица 3 – Функциональные группы и основные классы производных углеводов

Функциональная группа		Название класса	Общая формула класса
формула	название		
-F, -Cl, -Br, -I (Hal)	Фтор, хлор, бром, йод (галоген)	Галогенопроизводные	R-Hal
-OH	Гидроксильная	Спирты Фенолы	R-OH, Ar-OH
-OR	Алкоксильная	Простые эфиры	R-O-R
-SH	Тиольная	Тиолы (меркаптаны)	R-SH
-SR	Алкилтиольная	Сульфиды (тиоэфиры)	R-S-R
-S-S-	Дисульфидная	Дисульфид	R-S-S-R
	Сульфоновая	Сульфокислоты	
-NH ₂	Аминогруппа	Амины первичные	R-NH ₂
-NO ₂	Нитрогруппа	Нитросоединения	R-NO ₂
-C≡N	Цианогруппа	Нитрилы	R-C≡N
	Альдегидная	Альдегиды	
	Карбонильная (кето-группа)	Кетоны	
	Карбоксильная	Карбоновые кислоты	
	Алкоксикарбонильная	Сложные эфиры	
	Карбоксамидная	Амиды	
	Карбоангидридная	Ангидриды	

Биологически активные соединения в большинстве своем являются гетерофункциональными. Существуют и полигетерофункциональные соединения, содержащие одновременно разное количество разных и одинаковых функциональных групп (например, глюкоза содержит одну карбонильную и пять гидроксильных групп) [2].

2. НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Номенклатура – это совокупность названий веществ, их групп и классов, а также система правил, обеспечивающих однозначную связь названий и формул, выражающих строение молекул.

Номенклатура органических соединений складывалась на протяжении всего периода развития органической химии и становления её как науки.

Тривиальная номенклатура.

Названия соединений случайные, обусловлены различными обстоятельствами (в основе лежат различные отличительные признаки).

1. *Источники выделения*, например, винная кислота, выделена из винного камня со дна винных бочек. Аналогично – муравьиная кислота, янтарная кислота, молочная кислота, лимонная кислота и др. Тирозин – от греческого «сыр».

2. *Отличительные свойства*.

Глицин – от греческого glykos – сладкий.

Лейцин – от греческого leukas – белый.

Акролеин – от латинского acris – жгучий.

3. *Способы выделения (получения)*.

Пировиноградная кислота (ПВК) получена пиролизом винной кислоты.

Гидрохинон – восстановлением бензохинона.

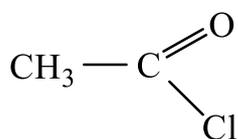
4. *Область применения*.

Витамин РР (никотиновая кислота, никотинамид) – предупреждает пеллагру.

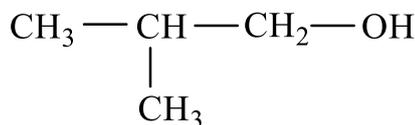
Кордиамин – препарат, применяемый как сердечное средство.

Тривиальная номенклатура не имеет никакой научной основы, однако многие названия прочно укоренились и широко используются, особенно в химии биологически-активных соединений.

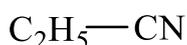
Радикально-функциональная номенклатура используется для названий моно- и бифункциональных соединений некоторых классов природных соединений (терпены, стероиды, алкалоиды и другие). В названии старшей характеристической группы не применяются суффиксы, называют радикал и основной класс соединений.



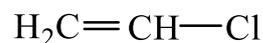
ацетилхлорид



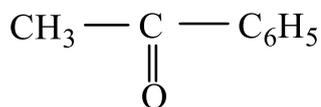
изобутиловый спирт



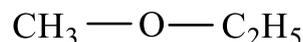
этилцианид



винилхлорид



метилфенилкетон



метилэтиловый эфир

В настоящее время признанной во всём мире является номенклатура **IUPAC** – International Union of Pure and Applied Chemistry (Международный союз чистой и прикладной химии). Её ещё называют международной, систематической. Название **IUPAC** номенклатура получила на XIX конгрессе Международного союза чистой и прикладной химии в 1957 году.

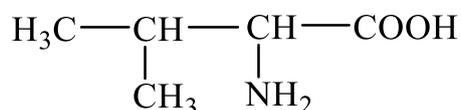
ОБЩАЯ СХЕМА СОСТАВЛЕНИЯ НАЗВАНИЙ [3, 4]

ПРЕФИКС	+	КОРЕНЬ	+	СУФФИКС	+	ОКОНЧАНИЕ
УВ радикалы и младшие функциональные группы в едином алфавитном порядке. Только в префиксе: –Cl, –Br, –I, –F –OR: алкокси- –SR: алкилтио- –SC ₆ H ₅ : арилтио- –NO ₂ : нитро- –NO: нитрозо-		родоначальная структура: самая длинная углеродная цепь или цикл		степень насыщенности: -ан, -ен, -ин		старшая функциональная группа

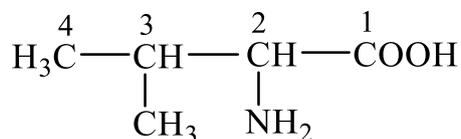
3. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ ОТДЕЛЬНЫХ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ – УГЛЕВОДОРОДОВ (ПРЕДЕЛЬНЫХ И НЕПРЕДЕЛЬНЫХ), СПИРТОВ, АЛЬДЕГИДОВ, КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ, АМИНОВ, АМИНОКИСЛОТ

Примеры названий соединений по номенклатуре ИУРАС:

Пример 1. В синтезе антибиотика пенициллина микроорганизмы используют аминокислоту валин. Назовите соединение по систематической номенклатуре ИУРАС и укажите функциональные группы в молекуле валина:



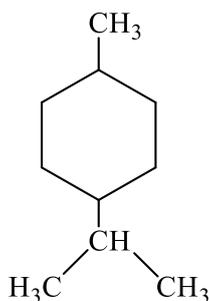
В валине родоначальной структурой является бутан, старшей функциональной группой – карбоксильная группа. Суммарное название родоначальной структуры и старшей функциональной группы – бутановая кислота.



Заместитель находится в положении С-3, младшая функциональная группа – в положении С-2; их называют в алфавитном порядке.

Общее название валина – **2-амино-3-метилбутановая кислота**.

Пример 2. Ментан является родоначальником группы природных терпенов, многие из которых обладают антисептическим, противовоспалительным и спазмолитическим действием.

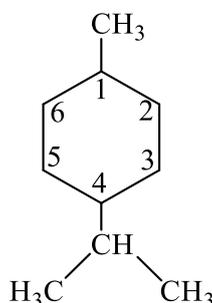


ментан

Отдельные представители терпенов оказывают седативный, отхаркивающий, мочегонный эффект. К общеизвестным и давно применяемым препаратам на основе терпенов относятся валидол, камфора, скипидар.

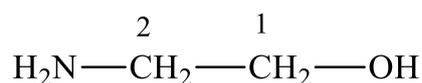
Назовите ментан по номенклатуре IUPAC.

В ментане родоначальной структурой является циклогексан, заместители находятся в положении С-1 и С-4:

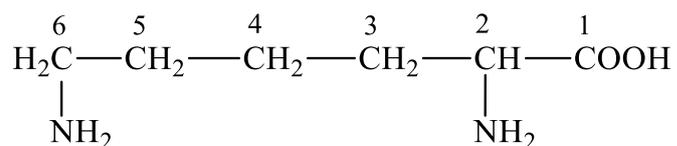


Общее название ментана – 4-изопропил-1-метилциклогексан.

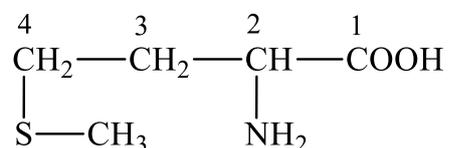
Пример 3. Назовите следующие соединения по номенклатуре IUPAC:



2-аминоэтанол-1



2,6-диаминогексановая кислота



2-амино-4-метилтиобутановая
кислота

Практическая часть

1. Законспектировать теоретический материал, обсуждаемый на занятии.
2. Освоить основные принципы составления названий органических соединений разных классов по систематической номенклатуре.

Контроль усвоения темы

Проводится в форме самостоятельной письменной работы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ СРС

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться студентами на:

- подготовку к лабораторным занятиям;
- конспектирование учебной литературы;
- выполнение заданий для самоконтроля знаний;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций.

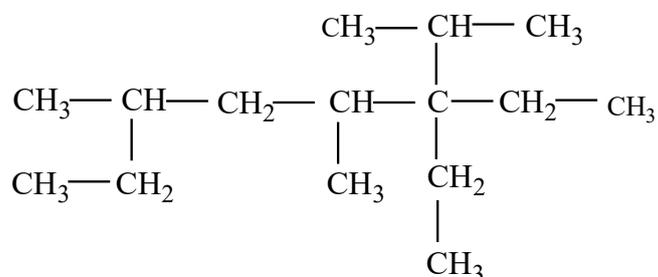
Основные методы организации самостоятельной работы:

- изучение тем и проблем, не освещаемых на учебных занятиях;
- написание реферата и оформление презентации;
- выполнение заданий для самоконтроля знаний.

Перечень заданий СРС:

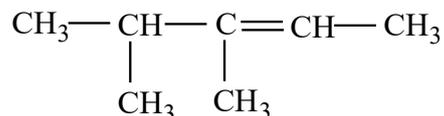
1. Назовите по международной номенклатуре следующие соединения:

а)

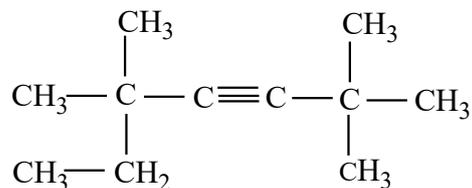


б) CHCl_3

в)



г)



д) $\text{CCl}_2 = \text{CHCl}$

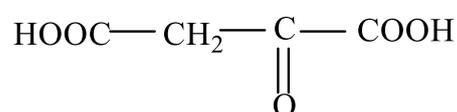
е) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CHO}$

ж) $\text{HOH}_2\text{C} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$

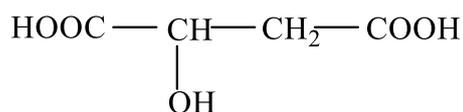
з) $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

и) $\text{HS} - \text{CH}_2 - \text{CHNH}_2 - \text{COOH}$

к)



л)



2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- 2-бром-1,1,1-трифтор-2-хлорэтан
- 2,4,6-триметил-3,5-диэтилгептан
- 3,4-диметил-2-этилпентен-1
- 2,8-диметилнонин-4
- 2-метилпентен-1-ин-3
- транс-бутендиовая кислота
- 2-оксопентандиовая кислота
- бутаналь
- пропанон-2
- 2-амино-3-меркапто-3-метилбутановая кислота

3. Назовите по заместительной номенклатуре ИЮПАК соединения:

- | | |
|--|--|
| а) $\text{HOOCCH}_2\text{—CH}_2\text{COOH}$ | е) $\text{H}_2\text{N—CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—COOH}$ |
| б) $\text{HSCH}_2\text{CH(NH}_2\text{)COOH}$ | ж) $\text{H}_2\text{N—CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{—NH}_2$ |
| в) $\text{HOOCCH}_2\text{COCOON}$ | з) $\text{CH}_3\text{CH(OH)COOH}$ |
| г) $\text{HOOC—CH}_2\text{CH}_2\text{—CH(NH}_2\text{)COOH}$ | и) $\text{HOCH}_2\text{CH(OH)CHO}$ |
| д) $\text{CH}_3\text{—CH(CH}_3\text{)—CH}_2\text{CH(NH}_2\text{)COOH}$ | к) $\text{CH}_3\text{—CH=CH—COOH}$ |

Контроль СРС осуществляется в виде:

- оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или презентации;
- индивидуальной беседы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ УСРС

Рекомендуемыми формами организации УСРС являются:

1. Написание реферата по заданной теме.
2. Подготовка мультимедийной презентации по заданной теме.

Перечень заданий УСРС:

1. Темы рефератов / мультимедийных презентаций:
 - 1.1 История развития органической и биорганической химии.
 - 1.2 Биорганическая химия как область науки, изучающая строение и механизм функционирования биологически активных молекул с позиций теоретической органической химии.
 - 1.3 Радикально-функциональная номенклатура оксимов и циангидринов.

Формы контроля выполнения УСРС:

1. Проверка и оценивание реферата по заданной теме.
2. Проверка и оценивание мультимедийной презентации по заданной теме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биоорганическая химия : учеб. пособие / О. Н. Ринейская [и др.]. – Минск : Новое знание, 2022. – 280 с.
2. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия: учебник [Электронный ресурс] / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 297 с. Режим доступа: http://www.kingmed.info/knigi/Himiya/book_4529/Bioorganicheskaaya_himiya-Tyukavkina_NA_Baukov_YuI_Zurabyan_SE-2020-pdf. – Дата доступа: 01.03.2023.
3. Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / Н. А. Тюкавкина [и др.] , под ред. Н. А. Тюкавкиной. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 238 с. Режим доступа: https://fileskachat.com/file/85834_ef1f41af72cd528b8250488ffcd67856.html. – Дата доступа: 03.03.2023.
4. Биоорганическая химия : практикум [Электронный ресурс] / М-во здравоохранения РБ, БГМУ, Каф. биоорганической химии ; О. Н. Ринейская [и др.]. – 2-е изд. – Минск : БГМУ, 2021. – 140 с. Режим доступа: <http://rep.bsmu.by/handle/BSMU/33681>. – Дата доступа: 06.03.2023.