

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06** Основы химии природных соединений

Учебный план: ФГОС3++b180301.12-1\_21-14.plx

Кафедра: **12** Органической химии

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических веществ  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
6	УП	17	34	57	36	4	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Доктор химических наук, профессор

Анисимова Н.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой органической химии

Тришин Ю.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тришин Ю.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области химии природных соединений, о новейших методах определения путей метаболизма органических веществ в живом организме, основных путях практического использования природных органических соединений, экономической целесообразности использования различных видов растительного сырья в биохимической промышленности, важнейших экологических проблемах, связанных с получением, переработкой и использованием органических природных веществ.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- дать в виде лекций основной объем информации о важнейших концепциях химии природных соединений, методах получения и химических и биохимических превращениях органических природных соединений, новейших методах определения путей метаболизма органических веществ в живом организме, основных путях практического использования органических природных соединений;

- закрепить полученные знания путем контролируемых самостоятельных работ, контрольных работ, коллоквиумов;

- в ходе выполнения лабораторных работ закрепить на практике изучаемый материал, сформировать основные навыки обращения с органическими природными веществами, в том числе в процессах их синтеза, очистки и идентификации.

- Рассмотреть главные области применения природных соединений и продуктов их глубокой переработки;

- Продемонстрировать преимущества использования природных соединений как возобновляемого сырья

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Общая и неорганическая химия

Органическая химия

Процессы и аппараты химической технологии

Теория химических процессов органического синтеза

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-8: Способен разрабатывать проекты технологических процессов и установок (в составе авторского коллектива) с использованием автоматизированных систем сбора и анализа исходных данных, а также рабочей технической документации, соответствующей нормативным документам**

**Знать:** современные проблемы химической технологии органических веществ; методы оптимизации химико-технологических процессов; современные математические методы планирования эксперимента.

**Уметь:** планировать и проводить физические и химические эксперименты; проводить обработку их результатов и оценивать погрешности.

**Владеть:** методами математического анализа и моделирования химических реакций; методами теоретического и экспериментального исследования для оптимизации технологического процесса.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Бифункциональные природные соединения						
<p>Тема 1. Дикарбоновые кислоты Кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная и глутаровая. Особенности химического поведения: образование двух рядов (моно- и ди-) функциональных производных по карбоксильной группе. Двухступенчатая диссоциация дикарбоновых кислот. Декарбоксилирование щавелевой и малоновой кислот при нагревании. Синтезы карбоновых кислот на основе диэтилмалоната. Конденсация ацетил-SKoA с малонил- SKoA как один из этапов биосинтеза жирных кислот. Окислительное дегидрирование янтарной кислоты в фумаровую под действием ФАД – одна из стадий цикла Кребса. Образование пятичленных и шестичленных циклических ангидридов при нагревании янтарной и глутаровой кислот. Образование внутрикомплексных соединений хелатного типа с металлами переменной валентности (Cu<sup>2+</sup>).</p>	6	1		4	ИЛ	О,С

<p>Тема 2. Гидроксикислоты.</p> <p>Гидроксикислоты: Д-глицериновая, молочная, яблочная, лимонная кислоты. Пантовая и (+)-мевалоновая кислоты. Ароматические гидроксикислоты: хинная и шикимовая. Стереои́зомерия на примере молочной и винных кислот.</p> <p>Реакции по гидроксильной группе: с галогеноводородными кислотами, образование сложных эфиров, окисление гидроксильной группы до карбонильной как одно из направлений биосинтеза оксокислот (на примере окисления молочной кислоты до пировиноградной). Реакции по карбоксильной группе: образование солей, сложных эфиров. Салициловая кислота и ее производные: по карбоксильной группе – метиловый эфир салициловой кислоты (салол) и по гидроксильной группе – ацетилсалициловая кислота (аспирин).</p> <p>Химические свойства, обусловленные участием двух функциональных групп: образование межмолекулярных сложных эфиров (лактидов) из α-гидроксикислот и внутримолекулярных сложных эфиров (лактонов) из γ-гидроксикислот. Дегидратация β-гидроксикислот. Образование внутрикомплексных соединений с металлами переменной валентности (Cu<sup>2+</sup>).</p> <p>Образование пирофосфата 2-метил-бут-1-ен-4-ола путем синхронного элиминирования фрагментов CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O от пирофосфата мевалоновой кислоты как основной путь формирования изопреноидных углеродных систем.</p> <p>Образование шикимовой кислоты из хинной – ключевого интермедиата биосинтеза ароматических кислородсодержащих соединений (на примере биосинтеза фенолокислот: п-гидроксибензойной и галловой). Кислоты ароматического ряда и их производные как лекарственные средства (на примере салициловой, п-аминобензойной кислот и сульфониламидов).</p>		1,5		7	ИЛ	
--	--	-----	--	---	----	--

<p>Тема 3. Оксокислоты</p> <p>Оксокислоты: глиоксалева, пировиноградная, ацетоуксусная, мезоксалева, щавелевоуксусная, α-оксоглутаровая и левулиновая кислоты. Биосинтез оксокислот путем дегидрирования гидроксикарбоновых кислот с помощью дегидрогеназ с окисленной формой кофермента НАД<sup>+</sup> (на примере получения пировиноградной кислоты). Получение этилового эфира ацетоуксусной кислоты из этилацетата сложноэфирной конденсацией по Кляйзену.</p> <p>Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе оксокислот: воды, гидроксилamina, фенилгидразина. Присоединение аммиака как одно из направлений биосинтеза аминокислот (на примере получения аланина из пировиноградной кислоты). Образование важнейшего интермедиата биосинтетических реакций - ацетил-кофермента А при взаимодействии пировиноградной кислоты с коферментом А (НСКоА).</p> <p>Реакции оксокислот по карбоксильной группе: образование солей и сложных эфиров.</p> <p>Декарбоксилирование пировиноградной кислоты <i>in vivo</i> под действием декарбоксилазы в присутствии коферментов НАД<sup>+</sup> и НСКоА. Самопроизвольное декарбоксилирование ацетоуксусной кислоты.</p> <p>Реакции конденсации альдольного типа: присоединение С-нуклеофила и протона по кратной связи карбонильной группы с образованием гидроксипроизводного дикарбоновой кислоты с разветвленным углеродным скелетом (на примере конденсации двух молекул ацетил-кофермента А).</p> <p>Образование внутрикомплексных соединений с металлами переменной валентности (Cu<sup>2+</sup>).</p> <p>Кето-енольная таутомерия. Синтезы кетонов и карбоновых кислот из ацетоуксусного эфира.</p>		1,5		7	ИЛ	
Раздел 2. Углеводы						О,Л

<p>Тема 4. Строение моносахаридов.  Стереоизомерия моносахаридов.  Ассиметрический атом углерода,  энантиомеры и диастереомеры.  Обозначение конфигурации  ассиметрических атомов углерода по  системе Кана-Прелога-Ингольда (R, S -  номенклатура).  Таутомерия моносахаридов. Открытые и  полуацетальные формы моносахаридов:  альфа- и <math>\beta</math> - аномеры. Пиранозные и  фуранозные формы. Механизм взаимных  переходов таутомерных форм  моносахаридов в растворах. Мутаротация.</p>		1		7	ИЛ	
<p>Тема 5. Реакции моносахаридов.  Енолизация моносахаридов в кислых и  щелочных средах с образованием ендиола.  Превращения моносахаридов в щелочной  среде. Изомеризация ендиола в  слабощелочной среде. □ - Расщепление  ендиола при действии концентрированных  растворов щелочей (ретроальдольный  распад сахаров). Распад гексоз до  глицеринового альдегида, и диоксиацетона  с последующим образованием  пировиноградного альдегида. Образование  D,L - молочной кислоты из пировиноградного  альдегида. Образование в ходе реакций по  гидроксильным группам смеси производных  альфа- и бета- аномеров пиранозной и  фуранозной форм моносахаридов  вследствие мутаротации последних в  растворах.  Реакции полуацетального гидроксила.  Образование O-гликозидов. Устойчивость  гликозидов в щелочных средах. Механизм  гидролиза гликозидов в кислых средах.  Лабораторная работа №1. Синтез эфира D  -глюкозы</p>		1	9	7	ГД	

<p>Тема 6. Фотосинтез. Световая фаза фотосинтеза. Окислительно-восстановительные системы <math>CO_2/(CH_2O)</math> [<math>\varphi = - 0.43V</math>] и <math>O_2/H_2O</math> [<math>\varphi = + 0.83V</math>]. Передача электронов и протонов из воды к окислительно-восстановительной системе НАДФ<sup>+</sup>/НАДФ(Н)+Н<sup>+</sup>. Фотосистемы I (P700) и II (P680) как поставщики энергии, необходимой для переноса электронов против электрохимического градиента. Структура светособирающих пигментов на примере хлорофилла. Темновая фаза фотосинтеза: механизм цикла Кальвина. Три основных типа химических превращений в цикле Кальвина: енолизация с последующей изомеризацией, перенос кетольной группы (CH<sub>2</sub>OH–CO-) и конденсация альдольного типа. Стехиометрия реакций в цикле Кальвина. Лабораторная работа №2. Синтез оксима D-маннозы</p>		1	9	6	ГД	
<p>Раздел 3. Липиды</p>						
<p>Тема 7. Классификация липидов Омыляемые липиды: простые (жиры, масла, воски), сложные (фосфолипиды) Природные животные и растительные жиры как сложные эфиры глицерина и высших прямоцепочечных (жирных) карбоновых кислот: насыщенных – миристиновой (C<sub>13</sub>H<sub>27</sub>COOH), пальмитиновой (C<sub>15</sub>H<sub>31</sub>COOH), стеариновой (C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COOH) и ненасыщенных – олеиновой (C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH, 18:1 (9Z)), линолевой (C<sub>17</sub>H<sub>31</sub>COOH, 18:2 (9Z,12Z)) и линоленовой (C<sub>17</sub>H<sub>29</sub>COOH, 18:3 (9Z, 12Z, 15Z)). Фосфолипиды как производные фосфатидовых кислот, в которых фосфатная группировка этерифицирована с одной стороны диацилглицерином, с другой стороны – β-этаноламином [НОСН<sub>2</sub>СН<sub>2</sub>Н<sub>2</sub> (кефалины)], холином [НОСН<sub>2</sub>СН<sub>2</sub>Н<sup>+</sup>(СН<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (лецитины)], серином [НОСН<sub>2</sub>СН(Н<sub>2</sub>)СООН (фосфатидил-серины)]. Наличие одновременно гидрофобных (радикалы жирных кислот) и гидрофильных (фосфат-аминная группировка) участков фосфолипидов как условие образование липидного слоя на границе раздела жидких фаз (вода-липид) и двойного липидного слоя – основы биологических мембран.</p>		1		6	ИЛ	Пр,С,Л



<p>Тема 8. Биосинтез липидов  Биосинтез жирных кислот:  Основные стадии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конденсация диоксида углерода с ацетилкоферментом А с образованием малонилкофермента А,</li> <li>- конденсация малонилкофермента А с новой молекулой ацетилкофермента А с последующим декарбоксилированием и образованием ацетоацетилкофермента А и молекулы кофермента А,</li> <li>- восстановление карбонильной группы в ацетоацетилкоферменте А до гидроксильной с помощью [НАДФ(Н) + Н<sup>+</sup>] с образованием бутирилкофермента А,</li> <li>- новая конденсация бутирилкофермента А с диоксидом углерода и повторение последующих реакций цикла и т.д. до достижения требуемой длины углеродной цепи.</li> </ul> <p>Биосинтез триацилглицеридов из дигидроксиацетона:</p> <p>Неомыляемые липиды –  низкомолекулярные биорегуляторы –  стероиды , жирорастворимые витамины,  простагландины.</p> <p>Мужские половые гормоны – андростерон и тестостерон. Женские половые гормоны – эстрадиол и прогестерон.</p> <p>Кортикостероиды: вырабатываемый в коре надпочечников кортикостерон и синтетический – преднизолон.</p>	1	6	ИЛ	
--	---	---	----	--

<p>Тема 9. Дыхание. Катаболизм углеводов и жирных кислот.</p> <p>Дыхание как окислительный процесс, в котором углеводы, жиры и другие сложные молекулы расщепляются до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, а высвобождающаяся при этом энергия запасается будучи использована для образования АТФ из АДФ и ортофосфата (окислительное фосфорилирование).</p> <p>Катаболизм глюкозы - гликолиз. Ферментативный гидролиз углеводов в организме до глюкозы и фруктозы с последующим превращением последних в пировиноградную кислоту:</p> <p>I этап: превращения гексоз.</p> <p>II этап: превращения триоз</p> <p>III этап: превращения оксокарбоновых кислот</p> <p>Катаболизм жирных кислот - β-Окисление жирных кислот до ацетилкофермента А (жирные кислоты участвуют в цикле в виде производных кофермента А).</p> <p>Общий этап для катаболизма углеводов и жиров: реакции цикла Кребса (цикл лимонной кислоты или ди- и трикарбоновых кислот) - окисление ацетилкофермента А до диоксида углерода и воды.</p> <p>Лабораторная работа №3. Синтез фенилозаона D-глюкозы</p>		1	6	7	ГД	
Раздел 4. Аминокислоты, пептиды и белки.						О,Л

<p>Тема 10. Аминокислоты</p> <p>Важнейшие природные α-аминокислоты L-ряда: а) с неполярным (гидрофобным) заместителем: аланин (Ala), валин (Val), лейцин (Leu), изолейцин (Ile), пролин (Pro), фенилаланин (Phe), триптофан (Trp), метионин (Met); б) с полярным (гидрофильным) заместителем: глицин (Gly), серин (Ser), треонин (Thn), аспарагин (Asn), глутамин (Gln); в) кислотные: аспарагиновая кислота (Asp), глутаминовая кислота (Glu), цистеин (Cys), тирозин (Tyr); г) основные: лизин (Lys), аргинин (Arg), гистидин (His).  Заменимые и незаменимые аминокислоты. Стереохимия α-аминокислот.  Биосинтез α-аминокислот из оксокарбоновых путем взаимодействия последних с аммиаком с последующим восстановлением имино – группы. Реакция трансаминирования между α-аминокислотой (донор аминокислотной группы) и α-оксокислотой (акцептор аминокислотной группы). Кофермент пиридоксальфосфат как переносчик аминокислотной группы.  Кислотно – основные свойства аминокислот. Прототропная таутомерия: таутомер с неионизированной структурой и таутомер с биполярной структурой. Изoeлектрическая точка (pI), зависимость формы нахождения аминокислоты в водном растворе (молекулы, катиона или аниона) в зависимости от pH среды. Взаимодействие таутомера с биполярной структурой с кислотами и щелочами – образование двух типов солей.  Электрофильно – нуклеофильные свойства аминокислот. Аминокислоты как доноры ацильных групп (электрофильные свойства за счет карбонильного фрагмента), нуклеофильные свойства аминокислот, обусловленные наличием неподеленной электронной пары на атоме азота.</p>		1			ИЛ	
--	--	---	--	--	----	--

<p>Тема 11. Пептиды</p> <p>Пептиды как продукты поликонденсации α-аминокислот, остатки которых соединены между собой пептидными ( амидными ) группами –CO-NH-. Планарная транс-структура пептидной группы с трансoidalной конформацией в расположении заместителей R аминокислотных остатков. Олигопептиды (до 10 остатков аминокислот) и полипептиды (до 100 остатков аминокислот).</p> <p>Образование дипептидов при ацилировании аминокислот с защищенной карбоксильной группой и со свободной аминогруппой аминокислотой с защищенной аминогруппой и с активированной карбонильной группой с последующим снятием защитных групп. Обратимая защита аминогруппы с помощью карбобензоксигруппы C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CO-, а также третичнобутоксикарбонильной группы (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>C-O-CO- Защита карбоксильной группы путем перевода в сложноэфирную (например, третичнобутиловый эфир). Карбодиимидный метод синтеза полипептидов.</p> <p>Комплексообразующие свойства. Пептиды как полидентатные лиганды – комплексоны. Транспорт через липидные клеточные мембраны катионов K<sup>+</sup> с помощью пептида валиномицина. Транспорт через липидные клеточные мембраны катионов Na<sup>+</sup> с помощью циклического пептида грамицидина S. Окислительно – восстановительные свойства. Тиол – дисульфидное равновесие трипептида глутатиона (Глу– Цис–Гли) за счет тиольных групп цистеина. Защитная функция глутатиона в организме: восстановленная форма GSH как антиоксидант, окисленная GS – SG как ловушка радикальных частиц восстановителей.</p> <p>Лабораторная работа №4. Выделение кофеина из чайных листьев</p>		2	10		ГД	
---	--	---	----	--	----	--

<p>Тема 12. Белки</p> <p>Определение первичной структуры белка: аминокислотного состава и последовательности распределения аминокислотных остатков в полимерной белковой цепочке.</p> <p>Основные типы взаимодействия между полипептидными цепями и различными участками одной и той же полипептидной цепи: ион-ионное, водородная связь, гидратация полярных групп, дисульфидная связь, взаимодействия Ван-дер-Ваальса между неполярными заместителями, гидрофобные взаимодействия, донорно-акцепторная связь между ионом комплексообразователя и лигандными группами белка.</p> <p>Вторичная структура белка, обусловленная водородными связями  <math>&gt;C=O \cdots H-N&lt;</math> : <math>\alpha</math>-спираль (кератин волос, миозин мышц), <math>\beta</math>-складчатая структура белка (фиброин шелка). Неупорядоченная структура отдельных фрагментов белка.</p> <p>Третичная структура белка как самоорганизация белковой цепи в пространстве в строго определенное трехмерное образование в результате взаимодействия аминокислотных радикалов между собой и с молекулами окружающего раствора. Роль дисульфидных связей в формировании и поддержании третичной структуры белка.</p> <p>Четвертичная структура белка как комплекс из нескольких полипептидных цепочек связанных между собой связями – водородными, ионными, ковалентными: дисульфидными, сложноэфирными, амидными (на примере иммуноглобулинов, четыре полипептидных фрагментов которых связаны между собой дисульфидными мостиками).</p> <p>Фибриллярные и глобулярные белки.</p>		2			ИЛ	
<p>Раздел 5. Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка</p>						С,Пр

<p>Тема 13. Нуклеиновые кислоты          Пуриновые основания: аденин и гуанин. Нуклеозиды, нуклеотиды. Биосинтез пуриновых нуклеотидов из инозит-5'-монофосфата (ИМФ).          Пиримидиновые основания урацил, цитозин и тимин. Нуклеозиды, нуклеотиды. Биосинтез пуриновых нуклеотидов из уридинмонофосфата (УМФ).          Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) как полинуклеотиды с молекулярной массой от 20 тысяч до десятка миллиардов. Первичная структура нуклеиновых кислот как природа и последовательность нуклеотидных звеньев, связанных сложноэфирными связями между пентозами и фосфатными группами.          Вторичная структура нуклеиновых кислот как двойная спираль полинуклеотидных цепей, в которых пуриновые и пиримидиновые основания обеих цепей направлены внутрь и связаны между собой водородными связями (комплементарные пары оснований в ДНК: А – Т и С – G ).</p>		1			ИЛ	
---	--	---	--	--	----	--

<p>Тема 14. Биосинтез белка  Важнейшие функции нуклеиновых кислот:  - ДНК: хранение и передача наследственной информации, Репликация ДНК: раскручивание двойной спирали ДНК на две темплатные цепи; копирование каждой темплатной цепи ДНК путем последовательного встраивания в растущую дочернюю цепь ДНК нуклеозидтрифосфатов строго регулируемого водородными связями между комплементарными парами оснований А – Т и С – G.  - Транскрипция. Синтез РНК: а) репликационной, б)транспортной или трансляционной, в)посыльной или информационной. Раскручивание двойной спирали ДНК на две цепи; матричную и комплементарную ей темплатную, на которой происходит копирование отдельных участков цепи ДНК путем последовательного встраивания в растущую цепь РНК нуклеозидтрифосфатов строго регулируемого водородными связями между комплементарными парами оснований А – Т и С – G. Информационная РНК имеет основание U (урацил) вместо основания Т (тимин). Идентичность информационной РНК скопированному участку матричной цепи ДНК.  - Трансляция: биосинтез белка. Понятие о кодоне как совокупности трех оснований кодирующих встраивание строго определенных аминокислот в растущую цепь белка. Антикодон транспортной РНК, доставляющей аминокислоты на определенные участки информационной РНК. Соотнесение оснований кодона кодируемой аминокислоте.</p>	1				ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	57			
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	53,5		90,5			

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-8	<p>1. Имеет представление о современных проблемах химической технологии органических веществ; методах оптимизации химико-технологических процессов.  2. Планирует и проводит физические и химические эксперименты с природными соединениями.</p>	<p>1. Вопросы устного собеседования;  2. Практико-ориентированные задания.</p>

	3. Выполняет алгоритм для математического анализа и моделирования химических реакций; демонстрирует владение методами теоретического и экспериментального исследования для оптимизации технологического процесса	
--	--	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает хороший уровень знаний в пределах основного учебного материала в области органической химии, выполняет предусмотренные программой задания; отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.	Правильное решение предложенной задачи. Написаны все промежуточные и конечный продукты предложенной схемы реакций.
4 (хорошо)	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; Допускает несущественные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении заданий устраняет их без помощи преподавателя..	Правильное решение предложенной задачи с несущественными ошибками. Написаны основные промежуточные и конечный продукты предложенной схемы реакций.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество ошибок. Допускает существенные погрешности в ответе и при выполнении заданий.	Неправильное решение задачи. Получено несколько промежуточных продуктов реакции.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не отвечает на вопросы билета (или не раскрывает сути вопросов), не может выполнить предложенные задания.	Задача не решена.

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 6	
1	Производные оксокислот на примере ацетоуксусного эфира. Синтезы карбоновых кислот и кетонов на его основе. Кето-енольная таутомерия.
2	Методы получения и химические свойства аминокислот на примере аланина (2-амино-пропановой кислоты).
3	Методы получения и химические свойства гидроксикислот на примере 2-гидрокси-пропановой (молочной) кислоты. Отношение 2-,3- и 4-гидроксикислот к нагреванию.
4	Приведите уравнения β-окисления пальмитиновой кислоты.
5	Покажите механизм взаимодействия эритрозо-4-фосфата с дигидроксиацетонфосфатом, приводящее к седогептулозо -1,7- бисфосфату.
6	Реакции окисления-восстановления биоорганических соединений осуществляется за счет коферментов оксидоредуктаз, которые могут существовать в двух сопряженных формах: окисленной и восстановленной. Приведите восстановленную форму для флавинадениндинуклеотида : ФАД ↔ ФАД (2H)
7	Получить из пировиноградной кислоты Ацетил-S-CoA и использовать его для синтеза CH <sub>3</sub> -(C(O)-CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -C(O)-S-CoA. В условиях щелочного катализа покажите возможные пути циклизации полученного соединения.



8	Покажите механизм восстановления 3-фосфата Д-глицериновой кислоты до 3-фосфата Д- глицеринового альдегида с последующей его изомеризацией до фосфата дигидрокси-ацетона. Проведите перекрестную конденсацию между карбонильными соединениями с образованием 1,6- дифосфата Д-фруктозы.
9	В условиях кислотно-основного катализа рассмотрите механизм фиксации диоксида углерода 1,5-дифосфатом рибулозы с последующим расщеплением кетокарбоновой кислоты на 3-фосфаты глицериновой кислоты.
10	Альдольное расщепление фруктозо-1,6-дифосфата до глицеральдегид-3-фосфата и дигидроксиацетонфосфата.
11	Окислительное декарбоксилирование 2 – оксоглутарата, происходящее под действием НАД <sup>+</sup> и HSKoA – как завершающий этап окисления ацетильного остатка ацетилкофермента А до CO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O.
12	Реакции окисления-восстановления биорганических соединений осуществляется за счет коферментов оксидоредуктаз, которые могут существовать в двух сопряженных формах: окисленной и восстановленной. Приведите восстановленную форму для никотинамидаденин-динуклеотидфосфата : НАДФ <sup>+</sup> ↔ НАДФ(Н).
13	На примере взаимодействия аланина с 2-оксо-3-метилпентановой кислотой покажите механизм реакции трансаминирования в присутствии пиридоксаль-фосфата.
14	Методы получения и свойства оксокислот на примере пировиноградной кислоты.
15	Нуклеофильное присоединение ацетилкофермента А по карбонильной группе оксалоацетата с последующим гидролизом тиоэфирной связи, отщеплением кофермента А и образованием цитрата
16	Биосинтез триглицерида, первая гидроксильная группа которого этерифицирована стеариновой кислотой, вторая и третья - пальмитиновой кислотой.
17	Покажите фрагмент РНК состоящий из двух нуклеотидов имеющих в качестве агликонов аденин и урацил, причем связь между моносахаридными звеньями осуществляется за счет образования сложных эфиров ортофосфорной кислоты и спиртовых гидроксильных у С3 и С5 моносахаридных звеньев.
18	Покажите фрагмент ДНК состоящий из двух нуклеотидов имеющих в качестве агликонов гуанин и тимин, причем связь между моносахаридными звеньями осуществляется за счет образования сложных эфиров ортофосфорной кислоты и спиртовых гидроксильных у С3 и С5 моносахаридных звеньев.
19	В образовании нуклеозидов (N-гликозидов Д-рибозы и 2-дезоксид-Д-рибозы) участвуют 5 азотсодержащих гетероциклов: аденин, гуанин, урацил, тимин, цитозин. Представьте пары азотистых агликонов осуществляющих наиболее прочное связывание между собой посредством водородных связей
20	Построить фрагменты темплатной ДНК, комплементарный фрагменту матричной ДНК: аденозин-5'-фосфат - гуанозин-5'-фосфат - цитидин-5'-фосфат.
21	Состояние эйфории вызывает образование в организме в момент нервного возбуждения метионин - энкефалина - так называемого «витамина счастья» : NH <sub>2</sub> -Tyr-Gly-Gly-Phe-Met-COOH. Приведите строение участка ДНК, кодирующего синтез этого пептида.
22	Состояние эйфории вызывает образование в организме в момент нервного возбуждения лейцин-энкефалина - так называемого «витамина счастья» : NH <sub>2</sub> -Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu-COOH. Приведите строение участка ДНК, кодирующего синтез этого пептида.
23	К нейрогипофизным гормонам, регулирующим, в частности, дыхание относится вазопрессин: NH <sub>2</sub> Cys-Tyr-Phe-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-Arg-CONH <sub>2</sub> . Приведите строение участка ДНК, кодирующего синтез этого пептида.
24	К нейрогипофизным гормонам, применяемым, в частности, в акушерстве и гинекологии относится окситоцин: NH <sub>2</sub> Cys-Tyr-Phe-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-Arg-CONH <sub>2</sub> . Приведите строение участка ДНК, кодирующего синтез этого пептида.
25	Какой полипептид может кодировать следующая последовательность кодонов матричной ДНК: ATG-CCA-GTA-GGC-CAC-TTG-TCA?
26	Получить трипептид глицин-валин-изолейцин.
27	Получить трипептид лейцин-изолейцин-фенилаланин.
28	Получить трипептид аланин-глицин-треонин

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. 1 дм<sup>2</sup> поверхности листа березы ассимилирует за 1 час 20 мг CO<sub>2</sub>. Сколько времени понадобится для дерева с кроной площадью 30 м<sup>2</sup> для синтеза 300 г целлюлозы и какой объем кислорода при этом выделится?

2. Получить из Д-глюкозы пировиноградную кислоту и использовать ее для синтеза Ацетил-S-CoA и в дальнейшем стеариновой кислоты (CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>-COOH) и миристиновой кислоты (CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>12</sub>-COOH). Сколько грамм Д-глюкозы надо использовать для синтеза 350 г липида, в котором две гидроксильные группы глицерина этерифицированы стеариновой кислотой, а одна - миристиновой?

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа по билету 40 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Травень В. Ф.	Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. I. — 7-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2020	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372723">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372723</a>
Травень В. Ф.	Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. III. — 7-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2020	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372725">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372725</a>
Травень В. Ф.	Органическая химия : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. II. — 7-е изд., электрон. — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2020	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372724">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372724</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
А.В. Де Векки, А.В. Курзин	Оптическая активность и химия углеводов [Текст]: учеб. пособие	М-во образования РФ, СПбГТУРП. – СПб. : СПбГТУРП	2011	<a href="http://nizrp.narod.ru/optichactivn.htm">http://nizrp.narod.ru/optichactivn.htm</a>
Л.М. Попова, А.В. Курзин, А.Н. Евдокимов, С.В. Вершилов	Химия экстрактивных веществ древесины [Текст] : лабораторные работы	М-во образования РФ, ВШТЭ СПб ГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem//6.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem//6.pdf</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
-----------	-----------

Б-339	Рефрактометры, весы лабораторные, приборы для определения температуры плавления, сушильный шкаф, плитки электрические, мешалки магнитные, мешалки механические, вакуумный насос, водоструйные насосы, вытяжные шкафы, испаритель роторный LABOROTA-4000, спектрофотометр СФ-2000.
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска