

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич  
Должность: исполняющий обязанности ректора  
Дата подписания: 09.02.2022 09:59:24  
Уникальный программный ключ:  
4f6042f92f26818253a667205646475b03807ac6

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Пермская государственная фармацевтическая академия»**  
**Министерства здравоохранения Российской Федерации**

---

Кафедра общей и органической химии  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНА  
решением кафедры  
Протокол от «01» июня 2020 г. №11

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.19 Органическая химия  
(индекс, наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)

Б1.О.19 Орг. х.  
(индекс, краткое наименование дисциплины)

33.05.01 Фармация  
(код, наименование направления подготовки (специальности))

Провизор  
(квалификация)

Очная  
(форма(ы) обучения)

5 лет  
(нормативный срок обучения)

Год набора – 2021

Пермь, 2020 г.

**Авторы–составители:**

Канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры общей и органической химии Носова Н.В.

Канд. хим. наук, доцент кафедры общей и органической химии Першина Н.Н.

Заведующий кафедрой  
общей и органической химии, доктор хим. наук, профессор

Гейн В.Л.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО	4
2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3. Содержание и структура дисциплины	4
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	10
5. Методические материалы по освоению дисциплины	18
6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине	18
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы	18

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1	Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	ИДОПК-1.2.	Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	<p><b>На уровне знаний:</b> - Имеет представление об основных физико-химических методах анализа органических соединений</p> <p>- Знает основные физико-химические характеристики классов органических соединений и методы их синтеза</p> <p><b>На уровне умений:</b> - Умеет определять функциональные группы в структуре органического соединения и предлагает варианты идентификации их основными физико-химическими и химическими методами анализа</p>

**2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, осваивается на 2 курсе (3 и 4 семестры), общая трудоемкость ее освоения в соответствии с учебным планом составляет 10 з. е. (360 акад. часов).

**3. Содержание и структура дисциплины**

3.1. Структура дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости <sup>1</sup> , промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий		СР	
			Л	ЛЗ		
<b>Семестр 3</b>						
Раздел 1	Теоретические основы органической химии	72	10	24	38	К, СЗ, С, Т
Тема 1.1.	Классификация органических соединений по строению углеводородного скелета и по	12	-	4	8	К, Т

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости <sup>1</sup> , промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий		СР	
			Л	ЛЗ		
	функциональным группам. Номенклатура углеводов.					
Тема 1.2.	Электронные эффекты как одна из причин возникновения реакционных центров в молекуле.	12	2	4	6	К, Т
Тема 1.3.	Пространственное строение органических соединений.	12	2	4	6	К, Т
Тема 1.4	Кислотность и основность органических соединений.	12	2	4	6	К, Т, С
Тема 1.5.	Общая характеристика спектральных методов.	12	2	4	6	СЗ
Тема 1.6.	Общие принципы реакционной способности органических соединений.	12	2	4	6	К, Т
Раздел 2.	Углеводороды.	36	4	12	20	РЗ, С, Т
Тема 2.1.	Предельные углеводороды.	10	-	2	8	РЗ, С, Т
Тема 2.2.	Непредельные углеводороды.	13	2	5	6	РЗ, С, Т
Тема 2.3.	Ароматические углеводороды.	13	2	5	6	РЗ, С, Т
Раздел 3.	Гомофункциональные соединения.	71	9	28	34	КР, С, Т
Тема 3.1.	Галогенпроизводные углеводов.	14	-	6	8	КР, С, Т
Тема 3.2.	Гидроксипроизводные углеводов.	14	2	6	6	КР, С, Т
Тема 3.3.	Алифатические и ароматические амины.	12	1	5	6	КР, С, Т
Тема 3.4.	Диазо, азосоединения.	12	1	5	6	КР, С, Т
Тема 3.5.	Альдегиды и кетоны.	16	2	6	8	КР, С, Т
Тема 3.6.	Монокарбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот.	2	2	-	-	К, С, Т
Тема 3.7.	Дикарбоновые кислоты	1	1	-	-	К, С, Т
Раздел 4.	Гетерофункциональные соединения.	1	1	-	-	К, УИР, С, Т
Тема 4.1.	Галогено-, гидроксикарбоновые кислоты.	1	1	-	-	К, С, Т
<b>Семестр 4</b>						
Раздел 3.	Гомофункциональные соединения.	12	-	4	8	К, С, Т
Тема 3.6.	Монокарбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот.	6	-	2	4	К, С, Т
Тема 3.7.	Дикарбоновые кислоты	6	-	2	4	К, С, Т
Раздел 4.	Гетерофункциональные соединения.	74	12	32	30	К, КР, УИР, С, Т
Тема 4.1.	Галогено-, гидроксикарбоновые кислоты.	8	-	4	4	К, С, Т
Тема 4.2.	Оксокарбоновые кислоты.	10	2	4	4	К, С, Т
Тема 4.3.	Аминокислоты, пептиды, белки	10	2	4	4	К, С, Т

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости <sup>1</sup> , промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий		СР	
			Л	ЛЗ		
Тема 4.4.	Производные салициловой, сульфаниловой, п-аминобензойной кислот, п-аминофенола, амиды аминокислот, используемые в качестве лекарственных средств.	8	2	4	2	К, С, Т
Тема 4.5.	Введение в органический синтез.	8	-	4	4	УИР
Тема 4.6.	Моносахариды.	10	2	4	4	КР, С, Т
Тема 4.7.	Ди- и полисахариды.	10	2	4	4	К, С, Т
Тема 4.8.	Идентификация органических соединений.	10	2	4	4	УИР
Раздел 5	Гетероциклические соединения	40	10	20	10	К, С, Т
Тема 5.1.	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом	8	2	4	2	К, С, Т
Тема 5.2.	Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами	8	2	4	2	К, С, Т
Тема 5.3.	Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом	8	2	4	2	К, С, Т
Тема 5.4.	Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами	8	2	4	2	
Тема 5.5.	Конденсированные гетероциклы. Алкалоиды	8	2	4	2	К, С, Т
Раздел 6.	Природные органические соединения.	18	6	8	4	КР, Т
Тема 6.1.	Нуклеиновые кислоты.	8	2	4	2	КР, Т
Тема 6.2.	Омыляемые липиды.	7	2	4	1	КР, Т
Тема 6.3.	Терпеноиды. Стероиды.	3	2	-	1	Т
Промежуточная аттестация		<b>36</b>			36	Экзамен
<b>Всего:</b>		<b>360</b>	<b>52</b>	<b>128</b>	<b>180</b>	

*Примечание:*

*1 – формы текущего контроля успеваемости: коллоквиум (К), ситуационные задачи (СЗ), разноуровневые задачи (РЗ), учебно-исследовательская работа (УИР), собеседование (С), тестирование (Т).*

### 3.2. Содержание дисциплины.

Раздел 1. Теоретические основы органической химии. Тема 1.1. Классификация органических соединений по строению углеводородного скелета и по функциональным группам. Тривиальная, рациональная номенклатура. Основные правила номенклатуры ИЮПАК. Номенклатура углеводородов (алканов, алкенов, алкинов). Тема 1.2. Электронные эффекты как одна из причин возникновения реакционных центров в молекуле. Строение атома углерода,  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей. Индуктивный эффект (+J, -J). Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью ( $p, \pi$  и  $\pi, \pi$ -сопряжение). Мезомерный эффект (+M, -M). Способы передачи +M, -M. Тема 1.3. Пространственное строение органических соединений. Стереоиomerия молекул с одним центром хиральности (энантиomerия). Оптическая активность энантиомеров. Удельное вращение. Проекционные формулы Фишера. Относительная

и абсолютная конфигурация. D,L- и R,S-системы стереохимической номенклатуры (глицериновый альдегид, молочная кислота). Стереои́зомерия молекул с двумя и более центрами хиральности. Различие свойств энантиомеров и диастереомеров. Мезо-формы. Способы разделения рацематов.

Тема 1.4. Кислотность и основность органических соединений. Определение кислотности по Бренстеду и Льюису. Константа диссоциации ( $K_a$ ) и ее отрицательный логарифм ( $pK_a$ ). Факторы, влияющие на силу органических кислот: электроотрицательность и поляризуемость кислотного центра, наличие или отсутствие сопряжения в анионе кислоты, строение радикала, природа растворителя. Типы органических кислот. OH-, SH-, NH-, CH-кислоты. Основность по Бренстеду и Льюису. Константа диссоциации ( $K_b$ ) и ее отрицательный логарифм ( $pK_b$ ). Константа кислотности сопряженной кислоты  $pK_{BH}^+$ . Факторы, влияющие на силу оснований: электро-отрицательность и поляризуемость основного центра, наличие или отсутствие сопряжения в катионе основания, строение радикала, природа растворителя. Типы органических оснований. Аммониевые, оксониевые и  $\pi$ -основания.

Тема 1.5. Общая характеристика спектральных методов. Электронная спектроскопия. Физические основы метода (типы электронных переходов и их энергия). Использование УФ-спектров для характеристики сопряженной системы органического соединения (батохромный и гипсохромный сдвиги). Инфракрасная спектроскопия. Физические основы метода (типы колебаний атомов в молекуле). Характеристические полосы поглощения. Интерпретация инфракрасного спектра. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Физические основы метода ПМР (протонного магнитного резонанса). Понятие о химическом сдвиге протонов и спин-спиновом взаимодействии. Использование спектров ПМР для установления строения органических соединений. Применение спектральных методов в фармацевтической практике.

Тема 1.6. Общие принципы реакционной способности органических соединений. Понятие реакционного центра, субстрата, реагента, механизма реакции. Типы химических реакций и реагентов. Классификации химических реакций по числу частиц, принимающих участие в элементарной стадии реакции, по способу разрыва связи в субстрате, по химическим превращениям. Механизмы реакций замещения: радикального, электрофильного, нуклеофильного. Механизмы реакций присоединения и элиминирования. Факторы, влияющие на реакционную способность органических соединений: статические (электронный и пространственный) и динамические (стабильность интермедиатов).

Раздел 2. Углеводороды. Тема 2.1. Предельные углеводороды. Гомологический ряд алканов. Номенклатура. Физические свойства. Спектральные характеристики алканов. Способы получения. Реакции радикального замещения ( $S_R$ ). Механизм реакции. Региоселективность. Понятие о цепных реакциях. Номенклатура циклоалканов. Способы получения. Реакции присоединения, характерные для малых циклов: гидрирование, галогенирование и гидрогалогенирование. Реакции замещения в циклопентане и циклогексане.

Тема 2.2. Непредельные углеводороды. Структурная и геометрическая (цис-, транс-, E, Z) изомерии. Реакции АЕ: механизм, статистический и динамический факторы, определяющие протекание реакций АЕ по правилу Марковникова в этиленовых углеводородах. Реакции АЕ в ацетиленовых углеводородах. Правило Эльтекова. Реакции окисления алкенов и алкинов. Кислотные свойства алкинов.

Тема 2.3. Ароматические углеводороды. Понятие ароматичности. Общие критерии ароматичности. Электронное строение бензола. Реакции электрофильного замещения (SE), механизм,  $\sigma$  и  $\pi$ -комплексы. Примеры реакций SE (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование). Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на направление и скорость реакций электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация. Правила ориентации в ряду нафталина.

Раздел 3. Гомофункциональные соединения. Тема 3.1. Галогенпроизводные углеводов. Характеристика связи углерод-галоген. Механизмы реакций нуклеофильного замещения галогена ( $S_{N1}$ ,  $S_{N2}$ ). Реакции дегидрогалогенирования ( $E_1$ ,  $E_2$ ) и их конкуренция с реакциями нуклеофильного замещения. Тема 3.2. Гидроксипроизводные углеводов. Строение, номенклатура спиртов. Кислотно-основные свойства спиртов, фенолов, тиолов. Реакции нуклеофильного замещения  $S_N 1$  и  $S_N 2$ . Реакции электрофильного замещения  $S_E$  в фенолах (нитрование, галогенирование, сульфирование). Строение, номенклатура, химические свойства тиолов и тиоэфиров (образование тиолятов, алкилирование, ацилирование, окисление). Качественные реакции на спирты, фенолы, тиолы. Тема 3.3. Алифатические и ароматические амины. Строение, номенклатура, способы получения аминов. Основные свойства алифатических и ароматических аминов. Нуклеофильные свойства аминов (образование N-замещенных амидов из производных кислот). Качественные реакции на амины: реакции с азотистой кислотой, бензолсульфохлоридом (проба Гинзбурга); образование оснований Шиффа; изонитрильная проба; образование пикратов третичных аминов. Реакции электрофильного замещения в ароматических аминах (нитрование, галогенирование, сульфирование). Тема 3.4. Диазо, азосоединения. Строение и номенклатура диазосоединений. Синтез диазосоединений: условия, механизм реакции диазотирования, техника проведения реакции. Реакции с выделением азота. Реакции азосочетания. Влияние азо-, диазосоставляющей компоненты, pH среды на протекание реакции. Тема 3.5. Альдегиды и кетоны. Номенклатура оксосоединений. Электронное строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ) по карбонильной группе. Реакции присоединения–отщепления. Альдольная и кротоновая конденсации. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах. Окисление альдегидов и кетонов. Тема 3.6. Монокарбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона как p-π-сопряженных систем. Кислотные свойства карбоновых кислот. Влияние природы радикала на силу кислот. Механизм реакций нуклеофильного замещения ( $S_N$ ) для карбоновых кислот и их функциональных производных. Роль кислотного и основного катализа. 3.7. Дикарбоновые кислоты. Номенклатура дикарбоновых кислот. Способы получения дикарбоновых кислот. Реакции с нуклеофильными реагентами: образование сложных эфиров, ангидридов, галогенангидридов и амидов. Декарбоксилирование и образование циклических ангидридов и имидов. СН-кислотные свойства малонового эфира. Малоновый синтез.

Раздел 4. Гетерофункциональные соединения. Тема 4.1. Галогено-, гидроксикарбоновые кислоты. Химические свойства галогенокислот. Способы получения α,β и γ-гидроксикислот. Химические свойства гидроксикислот: реакции отщепления воды; получение и возможность гидролиза простых и сложных эфиров; образование амидов и хлорангидридов. Тема 4.2. Оксокарбоновые кислоты. Конденсация Кляйзена как способ получения сложных эфиров β-оксокислот. Механизм реакции. Химические свойства оксокислот на примере пировиноградной кислоты. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира и его реакционная способность. Кислотное и кетонное расщепление ацетоуксусного эфира. Тема 4.3. Аминокислоты, пептиды, белки. Амфотерность α-аминокислот. Химические свойства α-аминокислот. Качественные реакции α-аминокислот и пептидов. Определение C- и N-концевых аминокислот в пептидах. Тема 4.4. Производные салициловой, сульфаниловой, p-аминобензойной кислот, p-аминофенола, амиды аминокислот, используемые в качестве лекарственных средств. Тема 4.5. Введение в органический синтез. Правила работы в химической лаборатории. Меры безопасности. Синтез органических соединений: литературный поиск синтезируемого соединения; Бельштейн и другие справочники;



РЖХим (патентный, авторский, предметный, формульный указатели); выбор оптимальной методики синтеза; оборудование (посуда, приборы и т.д.); расчет требуемых количеств исходных веществ (расчет теоретического выхода целевого продукта); методы работы: нагревание, охлаждение, выделение продукта из реакционной смеси (извлечение-экстракция, отгонка, виды перегонки, отделение твердого продукта от жидкой фазы, очистка, сушка); определение констант: температура кипения, температура плавления; определение выхода целевого продукта; оформление рабочего журнала. Тема 4.6. Моносахариды. Строение, номенклатура, оптическая изомерия моносахаридов. Открытые и циклические формы.  $\alpha$ ,  $\beta$ -Аномеры. Химические свойства. О-, N- и S-гликозиды. Получение, свойства, примеры. Качественные реакции на пентозы и гексозы. Контрольная работа. Тема 4.7. Ди- и полисахариды. Строение и номенклатура дисахаридов. Сравнительная характеристика реакционной способности восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Тема 4.8. Идентификация органических соединений. Определение функциональных групп органических соединений на примере лекарственных средств.

Раздел 5. Гетероциклические соединения. Тема 5.1. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Ароматический характер пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом (пиррол, фуран, тиофен). Особенности ароматических свойств, связанные с природой гетероатома. Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ) – нитрование, сульфирование, галогенирование, алкилирование и ацилирование. Ориентации замещения. Ацидофобность фурана и пиррола. Кислотно-основные свойства пиррола. Тема 5.2. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Строение и ароматичность пиразола, имидазола и тиазола. Реакции электрофильного замещения, ориентация замещения. Кислотно-основные свойства пиразола и имидазола. Тема 5.3. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Ароматический характер азинов. Реакции электрофильного замещения в пиридине, хинолине. Ориентация замещения. Реакции нуклеофильного замещения в пиридине и хинолине. Основные свойства азинов. Тема 5.4. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Строение и ароматичность диазинов (пиридазин, пиримидин, пиразин). Строение и ароматичность феназина, феноксазина, фентиазина. Солеобразование. Таутомерия пиримидиновых оснований (урацил, тимин, цитозин). Барбитуровая кислота, синтез, лактим-лактаминная и кето-енольная таутомерия. Барбитураты. Тема 5.5. Конденсированные гетероциклы. Алкалоиды. Пурин, строение, ароматичность. Гидрокси- и аминопроизводные пурина: гипоксантин, ксантин, мочева кислота, аденин, гуанин. Метилированные ксантины: теofilлин, теобромин, кофеин. Мурексидная проба. Химическая классификация алкалоидов. Основные свойства, солеобразование. Алкалоиды группы пиридина: никотин, анабазин, конин. Алкалоиды группы хинолина: хинин. Алкалоиды группы изохинолина и изохинолинофенантрена: папаверин, морфин, кодеин. Алкалоиды группы тропана: атропин, кокаин.

Раздел 6. Природные органические соединения. Тема 6.1. Нуклеиновые кислоты. Строение нуклеозидов и нуклеотидов. Гидролиз нуклеозидов и нуклеотидов. Строение и биологическая роль РНК, ДНК, коферментов НАД<sup>+</sup> и НАДФ<sup>+</sup>. Тема 6.2. Омыляемые липиды. Триацилглицерины (жиры, масла). Высшие жирные кислоты как структурные компоненты триацилглицеринов (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая). Химические свойства триацилглицеринов (гидролиз, гидрогенизация, окисление). Аналитические характеристики жиров и масел (иодное число, число омыления). Воск, строение. Высшие одноатомные спирты (цетиловый, мирициловый). Пчелиный воск. Спермацет. Твины. Применение в фармации. Фосфатидная кислота. Фосфолипиды (фосфатидилколамины, фосфатидилхолины). Кислотный и

щелочной гидролиз фосфолипидов. Тема 6.3. Терпеноиды. Стероиды. Классификация, отдельные представители моноциклических и бициклических ( $\alpha$ -пинен, борнеол, камфара) терпенов. Ментан и его производные, применяемые в медицине: ментол, терпин. Стероиды. Группы стероидов: стерины, желчные кислоты, кортикостероиды, мужские половые гормоны, женские половые гормоны, агликоны сердечных гликозидов.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Формы и оценочные средства текущего контроля.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: коллоквиумы, разноуровневые задачи, ситуационные задачи, собеседование, учебно-исследовательские работы, тестирование.

##### 4.1.2. Оценочные средства текущего контроля успеваемости.

Учебно-исследовательская работа «Идентификация органических соединений».

Идентифицировать неизвестное органическое лекарственное средство.

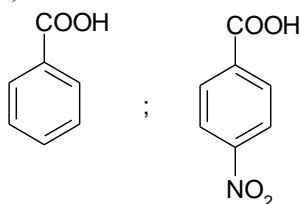
С помощью качественных реакций и данных ультрафиолетовой, инфракрасной спектроскопий и протонного магнитного резонанса установить наличие в выданном соединении одной или нескольких функциональных групп и его структуру. Сделать соответствующий вывод о предполагаемом лекарственном средстве из списка предложенных лекарственных средств. Оформить протокол исследования.

**Коллоквиум «Теоретические основы органической химии».**

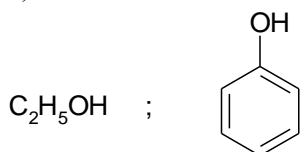
##### Билет 1

1. Исходя из четырех факторов (электроотрицательность кислотного центра, наличие или отсутствие сопряжения в анионе кислоты, влияние ЭД и ЭА заместителей, влияние растворителя) сравните кислотность следующих пар соединений:

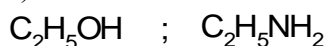
а).



б).

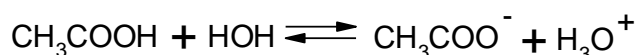


в).

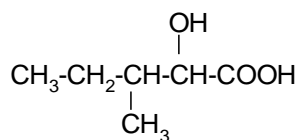


Укажите фактор, по которому сравнивали. Отметьте электронные эффекты заместителей.

Напишите выражение  $K_a$  и  $pK_a$  для уравнения:

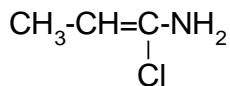


2. Напишите проекционные формулы Фишера для оптических изомеров соединения:



Укажите пары энантиомеров и диастереомеров, назовите по D, L – номенклатуре.

3. Напишите формулы геометрических изомеров для соединения:



Укажите E и Z изомеры.

Ситуационная задача (тема «Спектроскопия»)

#### Вариант 1

1. Перед группой синтетиков исследовательской лаборатории поставлена задача: определить состав и строение летучей жидкости - побочного продукта технологического процесса.

Путем элементного анализа ими был установлен состав соединения:  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ . В ИК-спектре соединения была обнаружена интенсивная полоса поглощения при  $2100 \text{ см}^{-1}$ , а в спектре ПМР - два одиночных сигнала при  $\delta=1,1$  м.д. и  $\delta=2,9$  м.д. с соотношением интенсивностей 9:1. Определите строение вещества.

2. В процессе органического синтеза научный сотрудник получил два изомера состава  $\text{C}_5\text{H}_8$ . Оба соединения при каталитическом гидрировании превращаются в *n*-пентан, а в ИК-спектре имеют полосу поглощения с частотой  $1650 \text{ см}^{-1}$ . В УФ-спектре один изомер имеет максимум поглощения при 165 нм, а второй – при 225 нм. Интерпретируйте спектральные данные и установите строение изомеров.

3. Объясните изменения, наблюдаемые в УФ-спектрах анилина при смене растворителей:

в этаноле  $\lambda_{\text{max}} 288 \text{ нм}$ ,  $\epsilon 19000$

в хлороводородной кислоте  $\lambda_{\text{max}} 270 \text{ нм}$ ,  $\epsilon 970$ .

Разноуровневая задача (тема «Углеводороды»).

#### Билет 1

1. Установите строение углеводорода состава  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , если известно, что он бромруется до третичного бромпроизводного состава  $\text{C}_5\text{H}_{13}\text{Br}$ . Углеводород может быть получен из вторичного галогеналкана по реакции Вюрца без побочных продуктов. Напишите уравнения реакций и назовите все соединения.

2. Два изомерных соединения (I и II) состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  обладают следующими свойствами. Соединение I при действии брома на свету превращается в вещество  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Br}$ , а соединение II при бромировании образует соединение состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Br}_2$ . Соединение I окисляется трудно, в жестких условиях, в небольших количествах образуется кислота состава  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$ . Соединение II окисляется легко, раствором перманганата калия при комнатной температуре с образованием 2,3-пентандиола. Установите строение соединений I и II, приведите все обозначенные реакции, назовите все соединения.

3. Вещество  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а при нагревании в воде, содержащей серную кислоту и сульфат ртути, даёт смесь двух кетонов: этилизопропилкетона и метилизобутилкетона. Установите структуру исходного вещества, назовите его по заместительной и рациональной номенклатуре, приведите уравнение реакции его гидратации.

Собеседование (тема «Углеводы»).

### Вариант 1

1. О наличии каких функциональных групп в глюкозе свидетельствует образование синего раствора со свежеприготовленным осадком гидроксида меди (II)? Свойства какого класса соединений проявляет в этой реакции глюкоза? Что наблюдается при нагревании данного раствора? Каков химизм протекающей реакции? О наличии какой группы в глюкозе свидетельствует данная реакция? Приведите уравнения реакций.

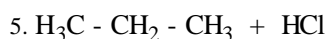
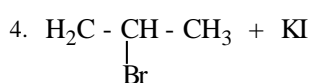
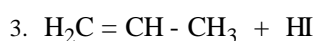
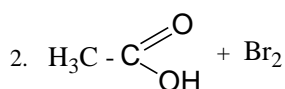
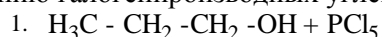
2. Какой химический процесс протекает при кипячении древесных опилок с конц. хлороводородной кислотой? Какое вещество образуется из пентозы при дальнейшем нагревании реакционной смеси? Что наблюдается при добавлении к реакционной смеси анилина? Приведите уравнения реакций.

3. Что наблюдается при взаимодействии сахарозы со свежесосаженным гидроксидом меди (II)? О наличии каких групп в сахарозе это свидетельствует? Что происходит при нагревании раствора? Объясните, почему сахароза относится к невосстанавливающим дисахаридам.

Тестирование (тема «Галогено-, гидроксипроизводные углеводов»).

### Вариант 1

1. К получению галогенпроизводных углеводов приведут следующие реакции:



А. Все

Б. Только 1,2,3 и 5

В. Только 1,3 и 5

Г. Только 1,2,3 и 4

Д. Только 1,3 и 4

2. Приведенным в колонке 1 соединениям выберите соответствующие им названия из колонки 2:

Колонка 1	Колонка 2
<p>1. <math>\left[ \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{S}^+}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C}_2\text{H}_5 \right] \text{I}^-</math></p>	<p>А. Метилэтилсульфон Б. Этилметилсульфон В. Иодид диметилизобутилсульфония Г. Иодид диметилвтор-бутилсульфония Д. Метилэтилсульфоксид</p>
<p>2. <math>\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{CH}_2\text{CH}_3</math></p>	

3. В каком из нижеприведенных сочетаний нет соответствия между названием и структурной формулой галогеналкана?

А.  $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$  1,2-дибромэтан

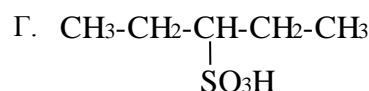
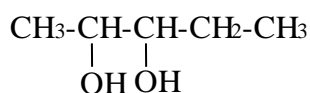
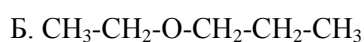
Б.  $\text{CH}_3-\text{CHBr}_2$  1,1-дибромэтан

В.  $\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ \text{F} & -\text{C}-\text{C}- & \text{F} \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$  перфторэтан

Г.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$  втор-бутилхлорид

Д.  $\text{CHBr}_3$  бромформ

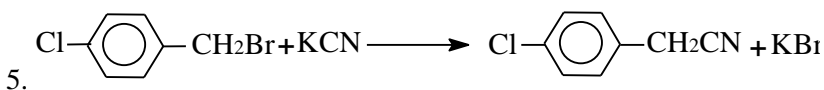
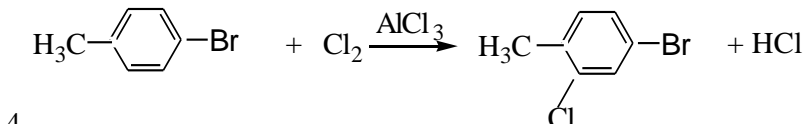
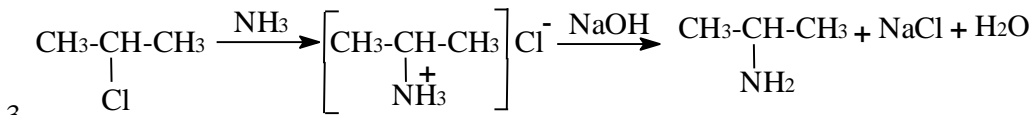
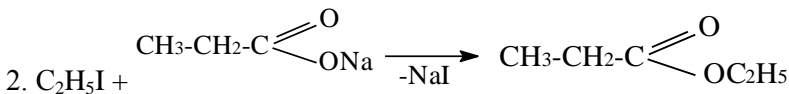
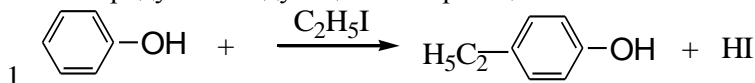
4. Основным продуктом взаимодействия пентанола-2 с концентрированной серной кислотой при 140 °C является соединение:



В.

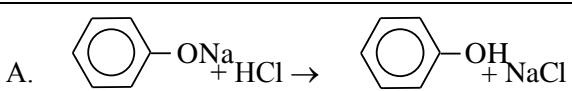
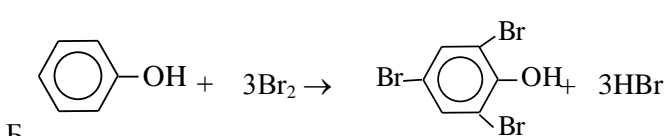
Д.  $\text{CH}_3\text{-HC=CH-CH}_2\text{-CH}_3$

5. Верно показаны продукты следующих схем реакций:



А. Только 1,2,3 и 4; Б. Только 1,2,3 и 5; В. Все; Г. Только 2,3 и 4; Д. Только 2,3,4 и 5

6. Какие из приведенных в колонке 2 схем реакций соответствуют типам превращений, названным в колонке 1?

Колонка 1	Колонка 2
1. Электрофильное замещение	А. 
2. Нуклеофильное замещение	Б. 
	В. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Na} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}$
	Г. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{PCl}_5 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$
	Д. $\text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} \xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{к}), \text{t}} \text{H}_3\text{C-CH=CH}_2$

7. 3-Хлоргексан может взаимодействовать со следующими реагентами:

1. NaCl
2. Cl<sub>2</sub>
3. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SNa
4. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ONa
5. NaNO<sub>2</sub>

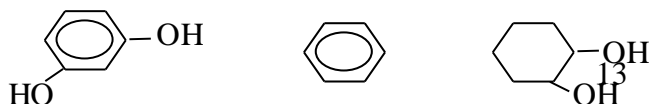
- А. Только с 2,3,4 и 5
- Б. Только с 1,2 и 3
- В. Только с 1,2,4 и 5
- Г. Всеми
- Д. Только с 3,4 и 5

8. Неверно показаны продукты следующих реакций:

1.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
3.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaCl} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaCl}$
4.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$

- А. Всех
- Б. Только 1 и 3
- В. Только 2 и 3
- Г. Только 1,3 и 4
- Д. Только 1,2 и 4

9. Хиноны образуются в результате окисления следующих соединений:



- А. Только 3 и 4

1. 2. 3. Б. Только 1 и 2  
 В. Только 1,3 и 4  
 Г. Только 4 и 5  
 Д. Все



10. Галогеналкан состава  $C_3H_5Cl_3$ , содержащий в спектре ПМР два синглета при 2,2(3H) и 4,02(2H) м.д. имеет строение:

- А.  $CH_2ClCCl_2-CH_3$  Г.  $CH_2Cl-CHCl-CH_2Cl$   
 Б.  $CH_2Cl-CH_2-CHCl_2$  Д.  $CH_2Cl-CH_2-CH_3$   
 В.  $CCl_3-CH_2CH_3$

#### 4.1.3. Шкала оценивания для текущего контроля.

Учебно-исследовательская работа:

Оценка «отлично»: обучающийся безошибочно идентифицировал заданное органическое лекарственное средство: провел качественный анализ вещества, проанализировал данные качественного анализа, интерпретировал и обработал спектральные данные вещества, сделал вывод о его структуре и строении и определил его среди предложенных лекарственных средств; грамотно оформил протокол исследования.

Оценка «хорошо»: обучающийся верно идентифицировал заданное органическое лекарственное средство, но допустил незначительные ошибки на одной или двух стадиях исследования.

Оценка «удовлетворительно»: обучающийся верно идентифицировал заданное органическое лекарственное средство, но допустил ошибки на трёх и более стадиях исследования.

Оценка «неудовлетворительно»: обучающийся неверно идентифицировал заданное органическое лекарственное средство.

Коллоквиум:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, правильном использовании терминологии, уверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся при неполном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся при отсутствии ответа.

Ситуационные задачи:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, правильном использовании терминологии, уверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся при неполном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся при отсутствии ответа.

Разноуровневые задачи:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, правильном использовании терминологии, уверенных ответах на дополнительные вопросы;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся при неполном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся при отсутствии ответа.

Собеседование:

Оценка «зачтено»: 1) обучающийся проводит лабораторный практикум, 2) оформляет протокол практикума, 3) отвечает на вопросы собеседования.

Оценка «незачет»: обучающийся не выполняет один и более из вышеперечисленных пунктов.

Тестирование:

90 -100 % баллов – оценка «отлично»,

75 - 89 % баллов – оценка «хорошо»,

51- 74 % баллов – оценка «удовлетворительно»,

0 – 50 % баллов – оценка «неудовлетворительно».

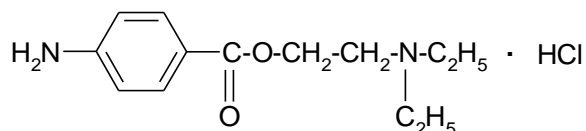
#### 4.2. Формы и оценочные средства для промежуточной аттестации.

4.2.1. Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена.

4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации: опрос по билетам (ситуационная задача)

#### Билет 1

Задание I.



Прокаин (новокаина гидрохлорид) – местно анестезирующее средство с умеренной анестезирующей активностью и большой шириной терапевтического действия.

Для данного соединения:

1. Дайте название по заместительной номенклатуре ИЮПАК.
2. Обозначьте и назовите все функциональные группы. Подтвердите их наличие соответствующими качественными реакциями.
3. Отметьте группу, проявляющую отрицательный индуктивный и положительный мезомерный электронные эффекты. Проиллюстрируйте реакционные центры, которые появляются в ароматическом кольце под её влиянием.
4. Приведите реакцию кислотного гидролиза. В ароматическом продукте сравните кислотность функциональных групп. Обоснуйте.
5. Интерпретируйте ультрафиолетовый спектр поглощения: раствор в этаноле ( $C=1 \cdot 10^{-5}$ ) имеет два максимума поглощения при 223 нм и 279 нм (обозначьте хромофоры и электронные переходы).
6. Используя справочные данные, предположите характеристические полосы поглощения в ИК-спектре.

7. Предложите ПМР-спектр поглощения с указанием величин химических сдвигов протонов и мультиплетности сигналов.
8. Предложите схему синтеза из бензола.

#### Задание II.

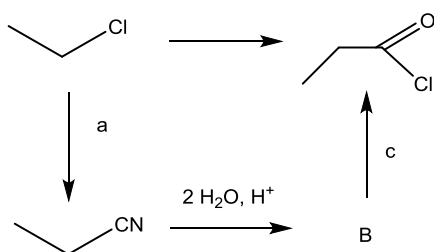
**α** - Аминокислоты, входящие в состав белков. Классификация, номенклатура. Биполярная структура, амфотерность. Свойства как гетерофункциональных соединений. Качественные реакции на аминокислоты.

#### Задание III.

Пиридин. Получение, строение, ароматичность. Реакции нуклеофильного замещения (аминирование, гидроксирование). Лактам-лактимная таутомерия гидроксипроизводных пиридина. Пиридин. Получение, строение, ароматичность. Реакции нуклеофильного замещения (аминирование, гидроксирование). Лактам-лактимная таутомерия гидроксипроизводных пиридина.

#### Задание IV.

Предложите последовательность реакций, позволяющую осуществить следующее превращение:



1. Приведите реагенты а, с и промежуточный продукт В.
2. Назовите все соединения.
3. Приведите спектральные характеристики конечного продукта превращений (ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$ -спектроскопии)

#### 4.2.3. Шкала оценивания.

Оценка «отлично»: обучающийся грамотно применяет данные анализа органических соединений для установления их структуры, использует теоретические основы органической химии для прогнозирования свойств соединений, планирует многостадийный синтез органического соединения, осуществляет физико-химический (ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$ -спектроскопии ИК-, ЯМР  $^1\text{H}$ -спектроскопии) и химический анализ органического соединения (качественные реакции на функциональные группы).

Оценка «хорошо»: обучающийся справляется с выше перечисленными заданиями, но допускает незначительные ошибки.

Оценка «удовлетворительно»: обучающийся справляется с заданиями, но допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно»: обучающийся не справляется с большинством заданий экзаменационного билета.

#### 4.3. Соответствие оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине формируемым компетенциям



Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства промежуточной аттестации
		Опрос по билетам (ситуационная задача)
ОПК-1	ИДОПК-1.2.	+

4.4. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			Не сформирована	Сформирована
ОПК-1	ИДОПК-1.2.	Опрос по билетам (ситуационная задача)	<p>- Не имеет представление об основных физико-химических методах анализа органических соединений</p> <p>- Не знает основные физико-химические характеристики классов органических соединений и методы их синтеза</p> <p>- Не умеет определять функциональные группы в структуре органического соединения и предлагает варианты идентификации их основными физико-химическими и химическими методами анализа</p>	<p>- Имеет представление об основных физико-химических методах анализа органических соединений</p> <p>- Знает основные физико-химические характеристики классов органических соединений и методы их синтеза</p> <p>- Умеет определять функциональные группы в структуре органического соединения и предлагает варианты идентификации их основными физико-химическими и химическими методами анализа</p>

Компетенция считается сформированной на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой, если по итогам применения оценочных средств промежуточной аттестации или их отдельных элементов результаты, демонстрируемые обучающимся, отвечают критерию сформированности компетенции.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации хотя бы одна из компетенций не сформирована на уровне требований к дисциплине в соответствии с образовательной программой (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка "неудовлетворительно".

## 5. Методические материалы по освоению дисциплины

Методические материалы для обучающихся по дисциплине (полный комплект находится на кафедре общей и органической химии).

1. Вопросы и задачи по органической химии для подготовки к лабораторным занятиям: практикум / Н.М. Игидов, Н.В. Носова, Н.Н. Першина, О.В. Гашкова, Е.С. Лиманский, В.Л. Гейн – Пермь, 2016. – 88 с.
2. Механизмы реакций в органической химии: учебное пособие / Н.М. Игидов, Н.В. Носова, Н.Н. Першина, Е.С. Лиманский – Пермь, 2016. – 66 с.
3. Номенклатура органических соединений. Теоретические основы органической химии: учебно-методическое пособие / А.Г. Михайловский, Н.М. Игидов, Н.В. Носова, Н.Н. Першина, О.В. Гашкова - Пермь, 2011. – 82 с.
4. Тренировочные тестовые задания по органической химии. Часть I.: Задачник / Н.М. Игидов, Н.В. Носова, Н.Н. Першина, О.В. Гашкова, Е.С. Лиманский, В.Л. Гейн – Пермь, 2016. – 88 с.
5. Тренировочные тестовые задания по органической химии. Часть II.: Задачник / Н.М. Игидов, Н.В. Носова, Н.Н. Першина, О.В. Гашкова, Е.С. Лиманский, В.Л. Гейн – Пермь, 2017. – 164 с.

## 6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине

6.1. Основная литература.

1. Белобородов В.Л., Зубарян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина А.Н. Органическая химия. В 2 кн. - М.: Дрофа, 2002. – Кн.1: Основной курс. – 640 с., М.: Дрофа, 2008. – Кн. 2: Специальный курс. – 592 с.
2. Лузин А.П., Зурабян С.А., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. М.: Медицина, 2002. – 512 с.
3. Теренин В.И., Ливанцов М.В., Ливанцова Л.И. и др. Практикум по органической химии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -568 с.
4. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014 г. – 416 с.
5. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии. / Под редакцией Тюкавкиной Н.А./ М.: Дрофа, 2003. – 384 с.

6.2. Дополнительная литература.

1. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. М.: Мир, 2004. – 704 с.
2. Органикум: в 2-х т. М.: Мир, 1992. т. 1 – 487 с., т. 2 – 472 с.
3. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Химия, 1991. – 447 с.
4. Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. Органическая химия. М.: Химия, 1979. – 832 с.
5. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектропии в органической химии. М.: МГУ, 1979. – 240 с.

## 7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

В процессе изучения дисциплины используются: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторное и инструментальное оборудование для работы студентов.

Оборудование: мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран), наборы таблиц/мультимедийных наглядных материалов по разделу «теоретические основы органической химии», доска; наборы реактивов и оборудования для проведения лабораторного практикума по разделам курса.

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Государственная фармакопея Российской Федерации <http://femb.ru>
2. Информационная сеть Техэксперт <https://cntd.ru/>

3. Информационная система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>
4. Научная электронная библиотека КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/>
5. Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary) <http://elibrary.ru>
6. Научная электронная библиотека SpringerLink <https://link.springer.com/>
7. Российское образование: федеральный портал. — Электрон. данные. — Режим доступа : <http://www.edu.ru/>
8. Система «Антиплагиат»: программно-аппаратный комплекс для проверки текстовых документов на наличие заимствований из открытых источников в сети Интернет и других источников <https://www.antiplagiat.ru/>
9. Университетская информационная система Россия <https://uisrussia.msu.ru/>

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.19 Органическая химия

**Код и наименование направления подготовки, профиля:** 33.05.01 Фармация.

**Квалификация (степень) выпускника:** провизор.

**Форма обучения:** очная.

#### **Формируемые компетенции:**

ОПК-1. Способен использовать основные физико-химические, химические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов; формируется данной дисциплиной частично.

ИДОПК-1.2. Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

#### **Объем и место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, осваивается на 2 курсе (3 и 4 семестры), общая трудоемкость ее освоения в соответствии с учебным планом составляет 10 з. е. (360 акад. часов).

#### **Содержание дисциплины:**

Раздел 1. Теоретические основы органической химии. Тема 1.1. Классификация органических соединений по строению углеводородного скелета и по функциональным группам. Номенклатура углеводородов. Тема 1.2. Электронные эффекты как одна из причин возникновения реакционных центров в молекуле. Тема 1.3. Пространственное строение органических соединений. 1.4. Кислотность и основность органических соединений. Тема 1.5. Общая характеристика спектральных методов. Тема 1.6. Общие принципы реакционной способности органических соединений.

Раздел 2. Углеводороды. Тема 2.1. Предельные углеводороды. Тема 2.2. Непредельные углеводороды. Тема 2.3. Ароматические углеводороды.

Раздел 3. Гомофункциональные соединения. Тема 3.1. Галогенпроизводные углеводородов. Тема 3.2. Гидроксипроизводные углеводородов. Тема 3.3. Алифатические и ароматические амины. Тема 3.4. Диазо-, азосоединения. Тема 3.5. Альдегиды и кетоны. Тема 3.6. Монокарбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот. Тема 3.7. Дикарбоновые кислоты.

Раздел 4. Гетерофункциональные соединения. Тема 4.1. Галогено-, гидроксикарбоновые кислоты. Тема 4.2. Оксокарбоновые кислоты. Тема 4.3. Аминокрбоновые кислоты. Тема 4.4. Производные салициловой, сульфаниловой, п-аминобензойной кислот, п-аминофенола, амиды аминокислот, используемые в качестве лекарственных средств. Тема 4.5. Введение в органический синтез. Тема 4.6. Моносахариды. Тема 4.7. Ди-, полисахариды. Тема 4.8. Идентификация органических соединений.

Раздел 5. Гетероциклические соединения. Тема 5.1. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Тема 5.2. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Тема 5.3. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Тема 5.4. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Тема 5.5. Конденсированные гетероциклы. Алкалоиды.

Раздел 6. Природные органические соединения. Тема 6.1. Нуклеиновые кислоты. Тема 6.2. Омыляемые липиды. Тема 6.3. Терпеноиды. Стероиды.

#### **Форма промежуточной аттестации:**

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

