

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт естественных наук
Кафедра химии и биохимии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института
естественных наук

С.Ю. Гаврик

«17» сентября 2025 г.

Приложение к рабочей программе учебной дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине

Органический синтез и механизмы реакций

По направлению подготовки 04.03.01 Химия
Профиль подготовки Медицинская и фармацевтическая химия
Квалификация выпускника бакалавр
Форма обучения очная
Курс 4

Разработчик
доцент кафедры химии и биохимии
ФГБОУ ВО «ЛГПУ», доктор
химических наук, доцент
Дяченко Иван Владимирович
Заведующий кафедрой
химии и биохимии
В.Д. Дяченко
Протокол
от «10» сентября 2025 г. № 6

Луганск, 26.09.25

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины (модуля) «Органический синтез и механизмы реакций» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины (модуля).

1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС – установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 июля 2017 г. № 671 (с изменениями и дополнениями).

1.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
Общепрофессиональные	
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
РАЗДЕЛ 1. Теоретические основы реакционной способности органических соединений и механизмы реакций	ОПК-1 ОПК-2	Устный опрос, защита лабораторных работ, проверка самостоятельной работы
РАЗДЕЛ 2. Синтез практически важных органических соединений	ОПК-1 ОПК-2	Устный опрос, защита лабораторных работ, проверка самостоятельной работы
Текущая аттестация	ОПК-1 ОПК-2	Контрольная работа
Промежуточная аттестация	ОПК-1 ОПК-2	Экзамен

1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Результаты сформированности
ОПК-1	<p>Знает: как интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> <p>Умеет: систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.</p> <p>Владеет навыками: формулировки заключения и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>
ОПК-2	<p>Знает: как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p>Умеет: проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик; проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.</p> <p>Владеет навыками: исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>

1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Вид учебной работы	Количество баллов		
	ОФО	О-ЗФО	ЗФО
7 семестр			
Выполнение и защита лабораторных работ	50	-	-
Самостоятельная работа (проверка конспектов)	10	-	-
Письменный экзамен	40	-	-
Всего	100		

Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

Четырехбалльная система оценивания экзамена	100-балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале	Система оценивания зачета
Отлично	90-100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Зачтено
Хорошо	83-89	В – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	
Хорошо	75-82	С – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетворительно	63-74	Д – удовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки	
Удовлетворительно	50-62	Е – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные учебной программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполненных некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	
Неудовлетворительно	21-49	FX – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы; большинство предусмотренных учебной программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительно самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Не зачтено
Неудовлетворительно	0-20	F – неудовлетворительно – теоретическое	

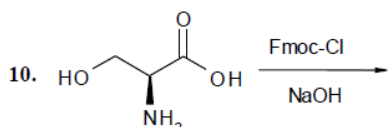
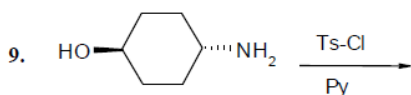
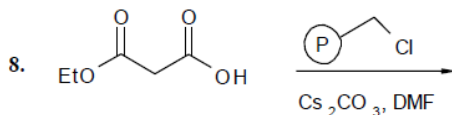
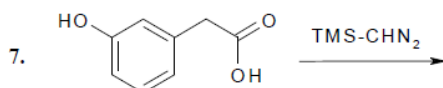
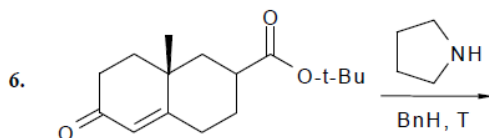
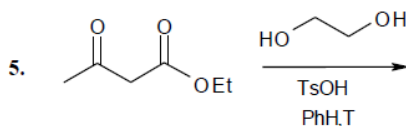
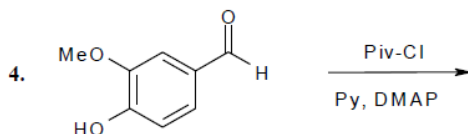
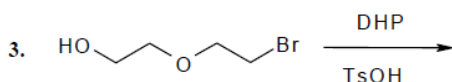
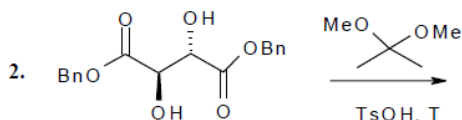
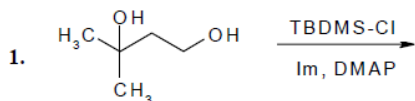
		содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	
--	--	--	--

2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

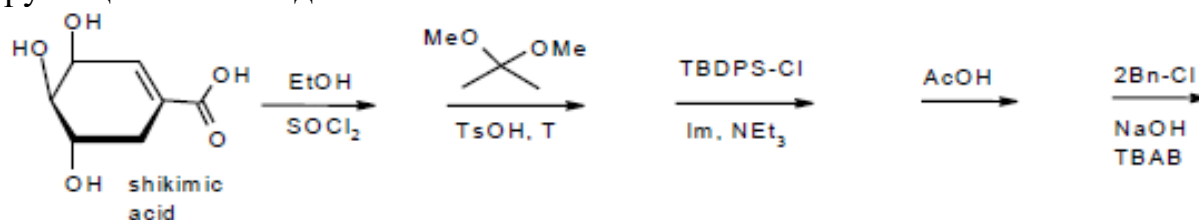
2.1. Оценочные средства текущего контроля

Вопросы для проведения контрольной работы:

I. Приведите структуру продуктов реакций и методы удаления их защитных групп:



II. Заполните схему превращений, приведите методы удаления защитных групп целевого соединения:



2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену:

1. Способы планирования синтеза: синтетический и ретросинтетический подходы.
2. Линейная и конвергентная схемы синтеза. Примеры дерева синтеза.
3. Синтоны и их синтетические эквиваленты: понятия целевая молекула, трансформ, синтон, ретрон (частичный и полный).
4. Соответствие синтонов и реагентов (примеры).
5. Понятие об индексе молекулярной сложности.
6. Составление бондсета. Примеры расчетов.
7. Возможности протекания химической реакции: термодинамическая допустимость, наличие канала реакции, термодинамический и кинетический контроль.
8. Понятие о синтетическом методе.
9. Образование C–C связей как ключевая проблема органического синтеза: принципы сборки, гетеролитические реакции, органические ионы, электрофилы и нуклеофилы в образовании связей.
10. Концепция топных отношений: стохастическая (флуктуационная) хиральность, диастереотопные и энантиотопные атомы и группы атомов в молекуле, прохиральность, энантиомерные и диастереомерные переходные состояния.
11. Два типа селективности химической реакции: субстратоселективность и продуктоселективность.
12. Региоселективные реакции.
13. Стереоселективность реакции, отличие от стереоспецифичности.
14. Концепция стереодифференциации.
15. Диастереоселективные реакции.
16. Уменьшение числа стереоизомеров по сравнению с 2^n при проведении реакций с высокой диастереоселективностью.
17. Молекулярный дизайн: структурно-ориентированный и молекулярно-ориентированный.
18. Древовидные молекулы, молекулы с топологической связью.
19. Биомиметика ферментов.

20. Одногрупповые и двухгрупповые трансформации: трансформации остова спиртов, карбонильных соединений, разъединение непредельных кетонов, дикетонов.
21. Генерирование ацил-анионов, их нестабильность и реакции.
22. Концепция "Umpolung". Примеры "Umpolung"
23. Синтоны, возникающие при расчленении 1,2-бифункционального ретрона: "логичный" (естественный) и "нелогичный" (неестественный).
24. 1,3-Ретрон в составе дикарбонильных и β -гидроксикарбонильных соединений:
25. Трансформы сложноэфирной и альдольно-кетоновой конденсаций, реакций Михаэля, Манниха и Реформатского как тактические приемы, позволяющие проводить расчленение 1,3-ретрона.
26. Анализ 1,4-дикарбонильного ретрона.
27. Варианты Umpolung: применение α -галокарбонильных соединений и 1-нитроалканов (синтез кетонов по Мак-Мурри).
28. Использование трансформы "сочленение" (R, Tf конденсации) при анализе 1,4-бифункциональных соединений.
29. Ретросинтетический анализ циклов.
30. Первичные циклы и "конверт" полициклических систем.
31. Расчленения по стратегическим связям.
32. Кинетические и термодинамические факторы циклизации.
33. Внутримолекулярные конденсации карбонильных соединений, приводящие к циклизации.
34. Влияние размера образующегося цикла и типа сочленения в полициклических системах.
35. Защита НО-группы в спиртах.
36. Бензильная (Bn), *p*-метоксибензильная (PMB), тетрагидропиранильная (THP) группы.
37. Особенности удаления Bn- и PMB- защитных групп.
38. Изопропилиденовая, бензилиденовая группы и циклические карбонаты в качестве защитных групп для гликолей.
39. Защита карбонильной группы в альдегидах и кетонах: циклические ацетали и тиоацетали.
40. Возможность селективной защиты одной из неравноценных карбонильных групп в молекуле.
41. Условия введения и удаления защитных групп, их устойчивость к действию различных реагентов (кислот, оснований, окислителей, восстановителей и др.).
42. Защита карбоксильной группы: бензиловые (Bn) эфиры, оксазолиновая защита.
43. Использование бензиловых эфиров карбоновых кислот для введения заместителей в определенные положения молекулы с последующим селективным удалением группы COOBn.
44. Методы защиты аминогруппы: трифторацетильная защита, БОК-защита, бензоксикарбонильная и фталимидная защиты.

45. Выбор метода защиты, устойчивость защитной группы и ее снятие.
46. Методы активации реакционных центров: активация электрофильных центров, нуклеофильных центров.
47. Влияние природы уходящей группы в реакциях замещения и элиминирования. Выбор растворителя.
48. Типы химической связи.
49. Теория октета Косселя-Льюиса.
50. Строение электронных оболочек.
51. Принципы квантования. Квантовые числа.
52. Построение электронных оболочек.
53. Волновая функция.
54. Атомные и молекулярные орбитали.
55. Метод линейной комбинации АО.
56. Связывающие и разрыхляющие МО.
57. Гибридизация. Строение гибридных sp^3 , sp^2 и sp -орбиталей.
58. Сопряженные системы.
59. Сопряжение в линейных молекулах.
60. Сопряжение в циклических системах.
61. Ароматичность.
62. Правило Хюккеля.
63. Электронные эффекты.
64. Статическая и динамическая поляризация химической связи.
65. Электроотрицательность.
66. Индукционный эффект. Основные закономерности.
67. Недостаточность представления только об индукционном эффекте.
68. Эффект сопряжения, условия его проявления.
69. Гиперконъюгация (сверхсопряжение).
70. Теория кислот и оснований.
71. Определения Бренстеда и Льюиса.
72. Количественная характеристика кислотности.
73. Основные закономерности изменения кислотности органических ОН-кислот.
74. Определение величины pK_a .
75. Функция кислотности.
76. Основность органических соединений.
77. Изменения основности в ряду алкиламинов.
78. Теория «жестких» и «мягких» кислот и оснований.
79. Методы определения степени «жесткости» и «мягкости».
80. Роль растворителей в органическом синтезе.
81. Типы сольватационных процессов.
82. Классификация растворителей.
83. Термодинамические условия протекания реакций.
84. Роль энтропийного фактора.
85. Практические пути определения термодинамических параметров.
86. Понятия субстрата и реагента.

87. Классификация реакций по реагирующим частицам.
88. Классификация реакций и реагентов.
89. Мономолекулярное нуклеофильное замещение (SN1). Кинетика. Стереохимия.
90. Бимолекулярное нуклеофильное замещение (SN2). Кинетика. Стереохимия.
91. Влияние заместителей в субстрате на скорость реакций нуклеофильного замещения.
92. Анхимерное содействие.
93. Влияние нуклеофила и уходящей группы на скорость реакций нуклеофильного замещения при насыщенном атоме углерода.
94. Амбидентные нуклеофилы.
95. Правило Корнблюма.
96. Влияние растворителей на скорость реакций нуклеофильного замещения.
97. Межфазный катализ.
98. Типы межфазных катализаторов.
99. Конкуренция между моно- и бимолекулярным механизмами нуклеофильного замещения.
100. Нуклеофильная атака кратной связи углерод-кислород (карбонильной связи).
101. Кислотно-основной катализ нуклеофильной атаки карбонильной связи.
102. Специфический и общий кислотный катализ.
103. Конденсация карбонильных соединений.
104. Сложноэфирная конденсация Кляйзена, реакция Дикмана.
105. Щелочной и кислотный гидролиз сложных эфиров.
106. Типы механизмов (BAc2, AAc2 и др.).
107. Реакции нуклеофильного отщепления.
108. Конкуренция мономолекулярного нуклеофильного замещения (SN1) и отщепления (E1).
109. Реакции бимолекулярного нуклеофильного отщепления (E2).
110. Типы переходных состояний.
111. Ориентация образующейся двойной связи.
112. Правила Зайцева и Гофмана.
113. Реакции электрофильного присоединения по кратным связям.
114. Направление присоединения при электрофильной атаке олефинов.
115. Правило Марковникова.
116. Мостиковые и линейные карбокатионы.
117. Ориентация реагента при электрофильном замещении в ароматическом ряду.
118. Ориентация электрофильного реагента при атаке производных бензола, содержащих более одного заместителя.
119. Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду.

120. Основные параметры метода ядерного магнитного резонанса (химический сдвиг, константа спин-спинового взаимодействия, интеграл).
121. Мультиплетность сигнала.
122. Треугольник Паскаля.
123. Возможные механизмы присоединения по кратным связям $C=C$. Доказательства электрофильного характера присоединения.
124. Правило Марковникова. Открытый карбокатион.
125. Стереоспецифичность присоединения. Понятие о мостиковых ионах.
126. Возможные механизмы замещения в ароматическом ряду.
127. Главные электрофильные реагенты.
128. Механизм электрофильного замещения; π - и σ -комплексы.
129. Распределение электронной плотности в σ -комплексе.
130. Направление электрофильной атаки в случае замещенных производных бензола.
131. Активирующие и дезактивирующие заместители; орто-, пара- и мета-ориентирующие заместители.
132. Ориентация электрофильной атаки в случае двузамещенных производных бензола.
133. Условия протекания нуклеофильного замещения в ароматическом ряду.
134. Возможные механизмы замещения.
135. Двухстадийный механизм замещения: $AdN - EN$.
136. Комплексы Мейзенгеймера.
137. Физические основы явления ЯМР.
138. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра.
139. Основные параметры спектров: химический сдвиг, константа спин-спинового взаимодействия, интеграл.
140. Правило мультиплетности, распределение интенсивности полос в мультиплете (треугольник Паскаля).
141. Практическая обработка спектров. Применение программ для обработки спектров.