

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ БИТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.05.2025
№ 1-08/2025

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Методы органического анализа

для студентов направления подготовки

04.03.01 Химия

Форма обучения: очная
2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Методы исследования органических соединений» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (Методы исследования органических соединений компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Методы исследования органических соединений» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2	Способен использовать современную инструментальную базу для проведения качественного и количественного химического анализа исследуемых объектов	З-ПК-2- Знать: -основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; У-ПК-2-Уметь: -выбирать и использовать современную инструментальную базу и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации; - использовать фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; -планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР В-ПК-2 - Владеть: -навыком подготовки элементов документации, проектов планов и программ отдельных этапов НИР; -навыком выбора технических средств и методов анализа (из набора имеющихся) для решения поставленных задач на лабораторных занятиях и задач НИР

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент

воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;

- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;

- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см.п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
Текущий контроль, 6 семестр			
1.	Раздел 1. Основные подходы к идентификации органических соединений	З-ПК-2 У-ПК-2 В-ПК-2	Оценочное средство №1 Защита лабораторных работ
2.	Обнаружение функциональных групп.	З-ПК-2 У-ПК-2 В-ПК-2	Оценочное средство №1 Защита лабораторных работ
3	Идентификация органических соединений по УФ-спектрам и ИК-спектрам	З-ПК-2 У-ПК-2 В-ПК-2	Оценочное средство №2 Контрольная работа
Промежуточный контроль			
Зачет		Оценочное средство: Билеты для зачета	

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное	Основные признаки выделения уровня	БРС,	ECTS/Пятибалльная
--------	----------------	------------------------------------	------	-------------------

	описание уровня		% освоени я	шкала для оценки экзамен а/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	А/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессионал ьной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятель ности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	В/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	С/ Хорошо/ Зачтено

Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно/ Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по

дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр (для семестров 16 недель):
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	20	30
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	3-4	9	14
<i>Оценочное средство № 1.2</i>	7-8	11	16
Контрольная точка № 2	15-16	20	30
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	10-11	9	14
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	14-15	5	6
<i>Оценочное средство № 2.3</i>	16	6	10
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Экзамен	-	20	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

а) типовые вопросы (задания):

Вопросы к зачету по курсу «Методы органического анализа»

1. Идентифицируйте соединение, которое дает положительную реакцию на присутствие азота. Данное вещество растворяется в HCl, при взаимодействии с уксусным ангидридом получается соединение состава $C_5H_{11}NO$ количество которого можно определить титрованием спиртовым раствором щелочи по выделившемуся продукту.
2. Идентифицируйте соединение неизвестного состава, которое дает положительную реакцию на азот, взаимодействует с азотистой кислотой без выделения газа и при дальнейшем прибавлении β -нафтола получается красно-оранжевый осадок. При окислении хромовой смесью и водой образуется устойчивая черная окраска раствора. Ацилируется уксусным ангидридом и затем нитруется с образованием желтой маслянистой эмульсии.
3. Углеводород при фотохимическом бромировании образует соединение состава C_5H_9Br , гидрируется над никелевым катализатором при $t=200^\circ C$ с образованием продукта C_5H_{12} , который не взаимодействует с HBr. Установите строение исходного углеводорода, если продукт гидрирования имеет в ИК-спектре следующие полосы поглощения: 2850; 2960; 1465; 1370; 1680; 3100; 850 см^{-1} .
4. Установите строение углеводорода C_5H_{10} . Известно, что оно устойчиво к действию (при $t=20^\circ C$) раствора $KMnO_4$, при взаимодействии с бромной водой образует соединение $C_5H_{10}Br_2$ а при гидрировании над никелевым катализатором получается соединение состава 2-метил бутан.
5. Идентификация органических соединений по физическим константам.
6. Классификация растворителей. Деление на группы органических соединений по растворимости.
7. Элементный анализ.
8. Идентифицируйте органическое соединение нормального строения с молекулярной формулой C_6H_{12} на основании его спектральных данных в ИК-спектре: 3100; 3020; 2950-2850; 1650; 1420; 1380; 1000; 915 см^{-1} . данное соединение взаимодействует с $KMnO_4$ в нейтральной, щелочной и кислой среде, реагирует с бромной водой. Является геометрическим изомером. Укажите в реакции бромирования структуру конечного продукта.

9. Циклогексен, полученный при дегидрировании циклогексана, содержит примесь исходного соединения. Эту смесь трудно разделить фракционной перегонкой из-за близости температур кипения циклогексана (81°C) и циклогексена (83°C). Какие химические превращения можно использовать, чтобы разделить смесь на индивидуальные углеводороды?
10. Идентифицируйте углеводород состава C_7H_{12} . Известно, что он при взаимодействии с NH_4OH и AgNO_3 образует соединение $\text{C}_7\text{H}_{11}\text{Ag}$, а при взаимодействии с водой в присутствии серной кислоты и сульфата ртути дает кислородсодержащее соединение, которое имеет четкую полосу в ИК-спектре 1715 см^{-1} . Продукт дает положительную пробу на йод, в щелочной среде - желтый осадок.
11. Идентифицируйте углеводород состава C_9H_{10} . Известно, что этот углеводород обесцвечивает бромную воду и раствор KMnO_4 в нейтральной среде на холоде. При нагревании с KMnO_4 превращается в кислоту состава $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$ температурой плавления амида этой кислоты 332°C . ИК-спектр этого соединения имеет следующие характерные полосы: 3020 ; 1600 ; 1500 ; 1450 ; 840 ; 2960 ; 1435 ; 2872 ; 1380 ; 1650 ; 3100 .
12. Идентифицируйте соединение состава $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ с температурой кипения 182°C , которое является или м-диэтилбензолом, или н-бутилбензолом. Предложите схему анализа, используя химические и физические методы анализа.
13. Идентифицируйте соединение состава C_8H_6 . Известно, что оно обесцвечивает бромную воду, образует соединение с аммиачным раствором серебра, при окислении превращается в кислоту, которая с аммиаком образует амид с температурой плавления 165°C . При монохлорировании в присутствии хлорида алюминия образует два изомера.
14. Идентифицируйте соединение состава $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}$, которое получено из бензальдегида. Известно, что оно обесцвечивает бромную воду, дает реакцию «серебряного зеркала», при окислении перманганатом калия образует два продукта, один из которых бензойная кислота. Второй продукт имеет характерные полосы в ИК-спектре: 1740 ; 2960 ; 1480 см^{-1} и дает положительную пробу на реакцию «серебряное зеркало».
15. Идентифицируйте соединение состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. Известно, что данное соединение реагирует с водным раствором карбоната натрия с выделением газообразного продукта, при сплавлении со щелочью образуется пропан. С $\text{Ca}(\text{OH})_2$ дает соединение $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4\text{Ca}$, при пиролизе которого получается дипропилкетон, с п-бромфенацилбромидом дает эфир с температурой плавления 63°C . В ИК-спектре имеет выраженные полосы при 2550 и 1720 см^{-1} .

16. Идентифицируйте соединение $C_4H_8O_2$. Известно, что данное соединение не растворяется в воде, не реагирует с карбонатом натрия, при кислотном гидролизе образует хорошо растворимые в воде вещества C_2H_6O и C_2H_4O , последнее вещество способно реагировать с эквимольным количеством $NaOH$. При щелочном гидролизе образуется хорошо растворимые в воде вещества, а избыток щелочи оттитровывается в присутствии фенолфталеина.
17. Идентифицируйте соединение состава $C_6H_8O_4$. Известно, что данное соединение обесцвечивает бромную воду, обесцвечивает раствор перманганата калия и в нейтральной и в щелочной среде. Взаимодействует с водным раствором карбоната натрия с выделением газообразного продукта, при озонлизе дает только один продукт состава $C_3H_4O_3$ с сильной по интенсивности полосой в ИК-спектре 1700 см^{-1} и дающий положительную пробу Легала. При нагревании исходный продукт выделяет воду и превращается в циклическое соединение $C_6H_6O_3$, которое имеет выраженные полосы в ИК-спекте при 1800 , 1750 ; 1000 см^{-1} .
18. Идентифицируйте соединение состава $C_9H_8O_2$. Известно, что данное соединение обесцвечивает бромную воду, взаимодействует с гидроксидом натрия с образованием соли, с этиловым спиртом образует соединение состава $C_{11}H_{12}O_2$, при окислении образует две кислоты состава $C_7H_5O_2$ и $C_2O_4H_2$. Эти кислоты нельзя разделить перегонкой (обе плохо растворимы в воде), но при нагревании с перманганатом калия в кислой среде одна кислота декарбоксилируется и выделяется в виде газа. Оставшаяся кислота имеет температуру плавления 122°C и образует п-бензиламид с температурой плавления 105°C .
19. Идентифицируйте соединение состава $C_8H_{11}N$. Известно, что данное соединение взаимодействует с HCl с образованием соли, под действием HNO_2 превращается в соединение $C_8H_{10}O$, имеющее в ИК-спектре выраженную полосу при 3600 см^{-1} , при дальнейшем окислении превращается в соединение, которое дает кислую реакцию на индикатор, при добавлении раствора соды выделяется газ.

Исходное соединение нитруется с образованием желтой эмульсии, обесцвечивает бромную воду при действии УФ света. Имеет полосы в ИК-спектре:

$3000, 1600, 1580, 1450, 840, 2926, 2850, 1360, 1480, 3500\text{ см}^{-1}$.

20. Идентифицируйте соединение состава C_3H_7N . Известно, что данное соединение взаимодействует с HCl , азотистой кислотой с выделением газа. При взаимодействии с $CHCl_3 + NaOH$ образуется вещество с отвратительным запахом. В тесте с

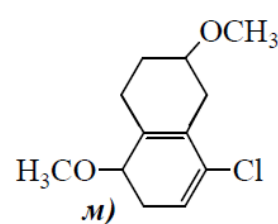
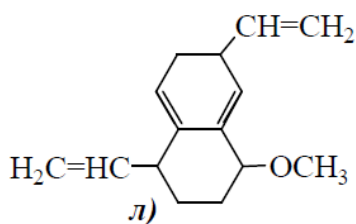
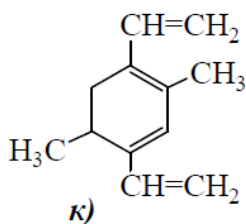
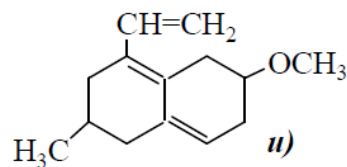
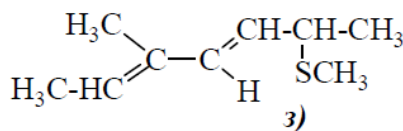
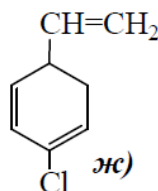
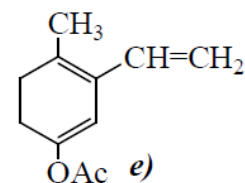
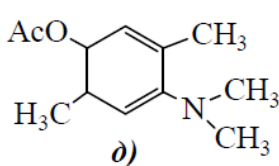
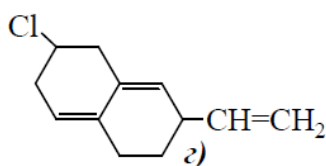
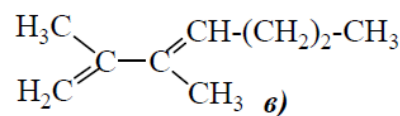
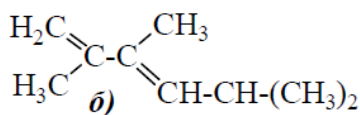
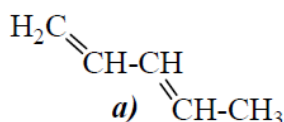
бензолсульфохлоридом после подкисления выпадает осадок.
Исходное соединение имеет в ИК-спектре выраженную полосу при 3500 см^{-1} .

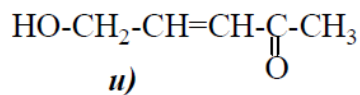
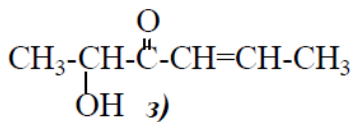
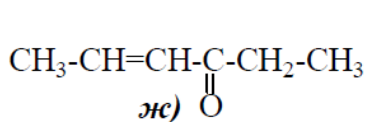
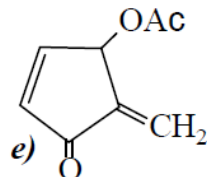
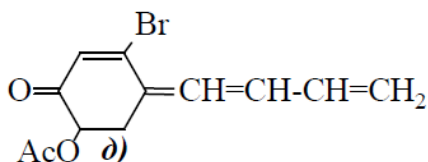
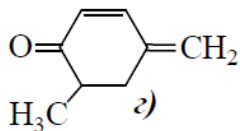
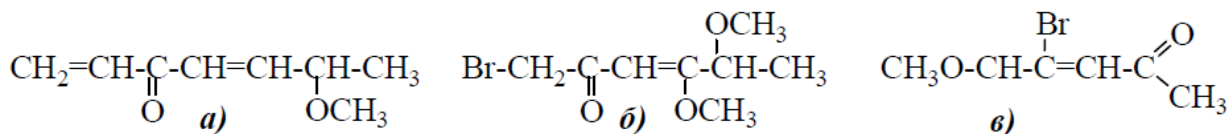
б) типовые задания – Домашнее задание:

Задание № 1.

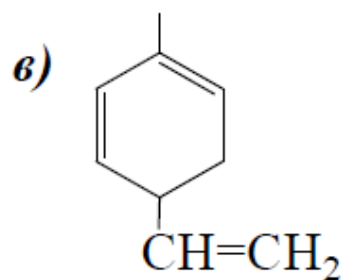
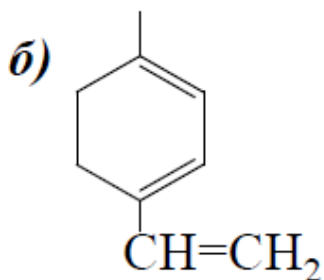
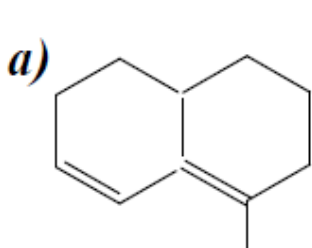
УФ-спектры и ИК-спектры органических соединений.

- Чем вызван сдвиг и небольшое увеличение интенсивности полос поглощения у следующих соединений:
 - метан 125 нм , хлорметан 173 нм ,
 - метан 125 нм , метиловый спирт 183 нм ,
 - метан 125 нм , метиламин 213 нм ,
 - этан 135 нм , триэтиламин 227 нм ,
 - метан 125 нм , бромметан 204 нм .
- Используя данные таблиц 5, 6 зарисуйте спектры следующих соединений:
 - этилена, дихлорэтилена, метилэтилена, диметилэтилена, бутадиена-1,3. На одном графике !
 - ацетилен, алкилацетилен, диалкилацетилен, бутадиена.
- Используя правило Вудворда (таблица 7) рассчитайте предполагаемую длину волны для следующих диенов.



$$\vdots$$


следующих диеновых углеводородов.



6.

Сравните ИК спектры бутана и *изобутана* (рис. 39 А, Б); вычлените полосы поглощения соответствующие группам $\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH}$. Почему полоса поглощения при $3000\text{-}2800\text{ см}^{-1}$ для *изобутана* наиболее расщеплена, а полоса при $1400\text{-}1300\text{ см}^{-1}$ бутана является наиболее интенсивной чем у *изобутана*? Чем можно объяснить появление полосы при $1300\text{-}1200\text{ см}^{-1}$ у *изобутана*?

7.

Осуществите сравнительную характеристику рисунков ИК спектров *n*-октена (рис. 44), 2,5-диметилгексена (рис. 42), гексадиена-2,4 (рис. 45). Укажите появление новых полос (их положение, интенсивность). Почему полоса при $1680\text{--}1640\text{ см}^{-1}$ ($\nu_{\text{C}=\text{C}}$) для гексадиена-2,4 является малоинтенсивной?

8.

Непредельный углеводород C_8H_{14} при исчерпывающем гидрировании образует октан. ИК спектр этого углеводорода приведен на рис. 40. Напишите структурную формулу этого углеводорода и предложите метод его получения.

9.

в) 3-метилпентанола-1 (рис. 49), д) глицерина (рис. 55). Как можно объяснить наличие полосы в интервале $800-600\text{ см}^{-1}$? О чем свидетельствует уширенная полоса в интервале $3400-3000\text{ см}^{-1}$?

10.

Идентифицируйте ИК спектр дибутилового эфира (рис. 57) . Укажите в нем характеристические полосы.

в) критерии оценивания компетенций (результатов):

Критерии оценки:

- балл 28-30 – Если студент смог продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;

- балл 25-27 _ продемонстрировать достаточно полное знание программного материала ;

- балл 22-24 продемонстрировать общее знание изучаемого материала;

- балл меньше 24 - незнание значительной части программного материала.

- **Контрольная работа** - письменное задание, предусматривающее самостоятельный ответ студента в свободной форме на поставленные вопросы. В качестве вопросов могут использоваться вопросы, входящие, как в план лекционных занятий, так и сформулированные преподавателем дополнительно в соответствии с тематикой лекционных занятий и/или темами, предусмотренными для самостоятельного изучения.

- Время проведения контрольной работы – не более 20-30 мин на работу.

- Для повышения эффективности данной формы контроля необходимо использовать несколько их вариантов.

- **Таблица 3**

Оценка	Критерии
Отлично 28-30 баллов	- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.

Хорошо 25-27 баллов	- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 22-24 баллов	продemonстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно меньше 22 баллов	- незнание значительной части программного материала;

