

Компонент ОПОП 04.04.01 Химия  
наименование ОПОП

ФТД.01  
шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины  
(модуля)

Химия нефти и нефтепродуктов

Разработчик (и):  
Берестова Г.И.  
ФИО  
доцент  
должность

к.т.н., доцент  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
ХИМИИ  
наименование кафедры  
протокол № 6 от 16 февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой химии

  
подпись

Дякина Т.А.  
ФИО

**1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
<b>ПК-1-н.</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-1-н-1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий <b>ПК-1-н-2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Основы химии нефти и нефтепродуктов; правила техники безопасности	Представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений. Ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы	Навыками основных методов разделения, очистки и идентификации компонентов нефти	- комплект заданий для выполнения лабораторных работ; - темы реферата	Вопросы к зачету
<b>ПК-2-н.</b> Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук	<b>ПК-2-н-1.</b> Проводит поиск специализированной информации в патентно-информационных базах данных <b>ПК-2-н-2.</b> Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	Химический состав нефтей, гипотезы происхождения нефти	Определять перспективные направления научных исследований; использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах	Навыками поиска научной литературы по химии нефти и нефтепродуктов		
<b>ПК-3-н.</b> Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения ра-	<b>ПК-3-н-1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными <b>ПК-3-н-2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы	Основные физико-химические методы исследования химического состава нефти	Использовать физические, химические и эксплуатационные свойства нефти; применять полученные знания для экспертизы проектов, технологий и производств, сертификации про-	Навыками анализа нефтепродуктов		

бот в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	практического применения полученных результатов		дукции с целью достижения максимальной экологической безопасности хозяйственной деятельности человека.			
----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

## 2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.
<b>Наличие умений</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

### 3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

#### 3.1 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ

Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

#### 3.2 Критерии и шкала оценивания реферата

Тематика рефератов по дисциплине (модулю), требования к структуре, содержанию и оформлению изложены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля), представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ.

В ФОС включены примерные темы рефератов:

1. Теории происхождения нефти
2. Физико-химические свойства нефти.
3. Гетероатомные соединения нефти.
4. Смолисто-асфальтеновые вещества.
5. Методы переработки углеводородных газов.
6. Термические процессы переработки нефти.
7. Гидрогенизационные процессы в нефтяной промышленности.
8. Применение хроматографии при исследовании состава нефти.
9. Применение инфракрасной спектроскопии в анализе нефтяных фракций
10. Методы переработки нефти.
11. Классификация нефтепродуктов

Оценка/баллы	Критерии оценки
<i>Отлично</i>	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на

	дополнительные вопросы.
<i>Хорошо</i>	Основные требования к реферату и его защите - выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
<i>Удовлетворительно</i>	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
<i>Неудовлетворительно</i>	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

#### 4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации (зачет)

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине (модулю), то он считается аттестованным.

Оценка	Баллы	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	60 - 100	Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону
<i>Не зачтено</i>	менее 60	Зачетное количество согласно установленному диапазону баллов не набрано

##### 4.1 Список вопросов и заданий к зачету.

1. Фракционный, химический, элементный состав нефти. Классификации нефти: химические, технологическая. Классификации газов.
2. Физико-химические свойства нефти. Нефтепродукты.
3. Алканы нефти. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание алканов в нефтях и попутных газах. Изопреноидные углеводороды. Получение алканов из нефти и природного газа. Синтетические способы получения алканов: восстановлением CO и CO<sub>2</sub>, гидрированием непредельных углеводородов, из солей карбоновых кислот, из галогенопроизводных по реакции Вюрца. Химические свойства алканов: реакции галогенирования, нитрования, сульфохлорирования, окисления и дегидрирования.
4. Циклоалканы нефти. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание циклоалканов в нефтях. Моноциклические и полициклические циклоалканы. Методы получения (синтез из дигалогенопроизводных и гидрированием ароматических углеводородов). Химические свойства циклоалканов (реакции окисления, замещения, превращение в ароматические). Теория напряжения Байера об относительной прочности циклов. Нафтенный паспорт.
5. Арены нефти. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание в нефтях и нефтяных фракциях. Получение гомологов бензола реакцией алкилирования Фриделя-Крафтса. Химические свойства: реакции электрофильного замещения и их механизм, правила замещения в бензольном ядре. Понятие об индуктивном и мезомерном эффектах. Реакции присоединения и окисления. Многоядерные ароматические углеводороды с конденсированными ядрами.
6. Гетероатомные соединения и минеральные компоненты нефти. Кислородсодержащие соединения нефти: нефтяные кислоты, нефтяные фенолы, нейтральные соединения. Кислотное число нефти и нефтепродукта. Серосодержащие соединения: распределение по фракциям нефти, меркаптаны, сульфиды, тиофен и его производные. Использование их в промышленности. Методы удаления серы из нефти. Гидроочистка. Азотсодержащие соединения нефти: азотистые основания, гомологи анилина, производные пиридина, производные пиррола и амиды кислот. Нефтяные порфирины.

Смолисто-асфальтеновые вещества: строение, свойства. Использование битумов в промышленности. Минеральные компоненты нефти.

7. Алкены. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные способы получения: дегидрирование, крекинг алканов. Получение из галогенопроизводных, спиртов. Правило Зайцева. Химические свойства алкенов: каталитическое гидрирование, реакции электрофильного присоединения и их механизм. Правило Марковникова. Реакции окисления алкенов.

8. Алкины. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные способы получения. Синтез алкинов из галогенопроизводных, алкилированием ацетилена. Химические свойства алкинов: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов, спиртов. Образование ацетиленидов.

9. Алкадиены. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Способы получения и химические свойства. Получение из нефтяных газов по методу Лебедева. Реакции присоединения, полимеризации.

10. Термические процессы превращения углеводородов нефти. Термические превращения углеводородов в газовой и жидкой фазах. Пиролиз. Образование нефтяного кокса. Виды крекинга. Каталитический крекинг и риформинг. Гидрокрекинг.

11. Классификация методов разделения компонентов нефти и нефтепродуктов: химические, физические, простые и сложные методы.

12. Перегонка, ректификация (азеотропная, экстрактивная), абсорбция, экстракция. Кристаллизация. Экстрактивная кристаллизация. (Применение этих методов в нефтепереработке)

13. Определение элементного состава нефти. Ламповый метод, метод сжигания в трубке, метод смыва бомбы, определение содержания азота по методу Дюма и Кьельдаля. Определение группового состава: групповой состав бензина, структурно-групповой состав керосиновых и масляных фракций.

14. Хроматографические методы анализа нефти и газа. Виды хроматографии. Анализ прямых бензиновых фракций методом газожидкостной хроматографии.

15. Происхождение нефти. Гипотезы минерального происхождения нефти. Гипотезы, предложенные Д.И. Менделеевым, Н.А. Соколовым. Геологические доказательства минеральной гипотезы происхождения нефти.

### **5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования**

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания*

#### **Комплект заданий диагностической работы**

<b>Код и наименование компетенции ПК-1-н</b>	
1	Назовите соединение по систематической (СН) и рациональной (РН) номенклатурам: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3$ $\text{CH}_2=\text{C} \begin{array}{l}   \\ \text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>а – 2-метил-3-этилпентан (СН), этилвинилизопропилметан (РН) б – 4-метил-3-этилпентен-1 (СН), этилвинилпропилметан (РН) в – 4-метил-3-этилпентен-1 (СН), этилвинилизопропилметан (РН)</p>

2	Из перечисленных классов углеводородов выберите основные классы, входящие в состав нефти: а – алканы, циклоалкены, нафтены б – алканы, нафтены, арены в – парафины, арены, алкины
3	Назовите <u>основной</u> продукт хлорирования при освещении 2-метилбутана: а - 2-метил-1-хлорбутан б – 2-метил-3-хлорбутан в – 2-метил-2-хлорбутан
4	Продуктами крекинга бензиновой фракции являются: а – смесь низших алканов и алкенов, водород, ацетилен б – смесь высших алканов и алкенов, водород, ацетилен в – алкены, водород, ацетилен
5	Перечислите легкие фракции нефти: а – бензиновая, масляная, дизельная, керосиновая б – бензиновая, лигроиновая, дизельная, керосиновая в – бензиновая, лигроиновая, дизельная, мазут
6	Назовите продукт исчерпывающего окисления пропилбензола: а – фенилуксусная кислота б – бензойная кислота в – 3-фенилпропановая кислота
7	Наиболее характерным типом реакций для аренов является: а – электрофильное замещение б – нуклеофильное замещение в – электрофильное присоединение
8	Перечислите основные физико-химические показатели нефти а – плотность, вязкость, молекулярная масса б – вязкость, молекулярная масса, групповой состав, фракционный состав, температура в – плотность, вязкость, молекулярная масса, групповой состав, фракционный состав
9	Назовите продукт исчерпывающего окисления бутилбензола а – бензойная кислота б – 4-фенилбутановая кислота в – бензойный альдегид
10	Какие из перечисленных веществ содержатся в нефти? а – меркаптаны, пиридин, нафтенновые кислоты, фенолы б – меркаптаны, пиридин, алкины, фенолы в – меркаптаны, алкадиены, нафтенновые кислоты, фенолы
<b>Код и наименование компетенции ПК-2-н</b>	
1	Назовите соединение по систематической (СН) и рациональной (РН) номенклатурам: $  \begin{array}{ccccccc}  \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 \\  & &   & &   & & / \\  & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_2 \\  & & & & & &   \\  & & & & & & \text{CH}_2 - \text{CH}_3  \end{array}  $ а – 2,3-диметилгептан (СН), метилизопропилбутилметан (РН) б – 5,6-диметилгептан (СН), метилпропилбутилметан (РН) в – 2,3-диметилгептан (СН), метилизопропилизобутилметан (РН)
2	Из перечисленных классов углеводородов выберите основные классы, входящие в состав нефти: а – алканы, циклоалканы, арены б – алкены, нафтены, арены в – парафины, арены, алкины
3	Основным типом реакций, характерным для алканов является: а – нуклеофильное замещение б – радикальное присоединение в – радикальное замещение
4	Какие из перечисленных циклоалканов содержатся в нефти? а – циклогексан, циклопентан, декалин, пенталан

	б – циклогексан, циклопропан, декалин, пенталан в – циклобутан, циклопентан, декалин, пенталан
5	К тяжелым относятся фракции нефти, выкипающие: а – до 350 °С б – выше 350 °С в – выше 490 °С
6	Назовите продукты бромирования толуола в присутствии катализатора а – <i>мета</i> -бромтолуол б – <i>орто</i> - и <i>пара</i> -бромтолуол в – бромистый бензил
7	Каким методом определяется фракционный состав нефти? а – ректификация б – простая перегонка в – хроматография
8	Какие из перечисленных соединений относятся к гетероциклическим? а – адамантан б – циклопентан в – пиридин
9	По какому признаку по технологической классификации подразделяют нефти на группы: а – по содержанию серы б – по выходу фракции до 350 °С в – по массовой доле воды, хлоридов и механических примесей
10	Что называется групповым составом нефти? а – содержание элементов в нефти б – содержание в нефти твердых парафинов в – количественное соотношение в нефти классов углеводородов и соединений
<b>Код и наименование компетенции ПК-3-н</b>	
1	Из перечисленных классов органических соединений выберите входящие в состав нефти: а – алканы, алкины, производные пиридина, меркаптаны, нафтеновые кислоты б – алкадиены, арены, циклоалканы, меркаптаны, нафтеновые кислоты в – алканы, арены, производные пиридина, меркаптаны, нафтеновые кислоты
2	На какие фракции разгоняют мазут для получения топлив? а – трансформаторный, машинный, цилиндрический дистилляты, гудрон б – вакуумный газойль, гудрон в – бензиновая, лигроиновая, керосиновая, дизельная фракции
3	Наиболее характерный тип реакций для циклогексана: а – электрофильное присоединение б – радикальное замещение в – электрофильное замещение
4	Назовите продукты бромирования изопропилбензола (кумола) в присутствии катализатора а – 2-бром-2-фенилпропан б – <i>мета</i> -бромизопропилбензол в – <i>орто</i> - и <i>пара</i> -бромизопропилбензол
5	Назовите <u>основной</u> продукт хлорирования при освещении 3-метилпентана: а – 3-метил-3-хлорпентан б – 3-метил-2-хлорпентан в – 3-метил-1-хлорпентан
6	По какому признаку по технологической классификации подразделяют нефти на классы: а – по содержанию серы б – по выходу фракции до 350 °С в – по потенциальному содержанию базовых масел
7	На какие фракции разгоняют мазут для получения масел?

	<p>а – трансформаторный, машинный, цилиндрический дистилляты, гудрон</p> <p>б – вакуумный газойль, гудрон</p> <p>в – бензиновая, лигроиновая, керосиновая, дизельная фракции</p>
8	<p>По какому признаку по технологической классификации подразделяют нефти на типы:</p> <p>а – по содержанию серы</p> <p>б – по содержанию воды и хлоридов</p> <p>в – по плотности, фракционному составу</p>
9	<p>Что называется нефтяным паспортом?</p> <p>а – содержание в нефти нафтенов</p> <p>б – относительное концентрационное распределение нафтенов в зависимости от числа циклов в молекуле</p> <p>в – содержание в нефти нафтеновых кислот</p>
10	<p>По какому признаку по технологической классификации подразделяют нефти на виды:</p> <p>а – по содержанию сероводорода и меркаптанов</p> <p>б – по индексу вязкости базовых масел</p> <p>в – по содержанию твердых алканов в нефти</p>