Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»
И.о. декана Химического факультета,
д.х.н., проф.

/С.С. Карлов /

«13» февраля 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

(для осуществления приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре)

1.4.12 Нефтехимия

Программа утверждена
Ученым советом факультета
(протокол № 1 от 13 февраля 2025 г.)

Москва - 2025

I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Настоящая программа предназначена для осуществления приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - вступительного экзамена в аспирантуру по специальности *1.4.12 Нефтехимия (по химическим наукам)* и содержит основные темы и вопросы к экзамену, список основной и дополнительной литературы и критерии оценивания.

II. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1.Переработка нефти

Место нефтепереработки в топливно-энергетическом комплексе.

Роль нефтепереработки в топливно-энергетическом комплексе Российской Федерации. Производство основных видов энергоносителей. Требования, предъявляемые к современным топливам.

Основные процессы переработки нефти.

Место процесса каталитического крекинга в структуре современного НПЗ. Сырье, условия проведения процесса, структура получаемых продуктов. Принципиальная схема установок каталитического крекинга. Требования, предъявляемые к микросферическим цеолитсодержащим катализаторам. Особенности процесса глубокого каталитического крекинга, ориентированного на повышенное производство легких олефинов. Термодеструктивныее процессы. Их роль в переработке остаточного сырья и тяжелых нефтей. Гидроочистка. Роль гидроочистки в производстве высококачественных компонентов моторных топлив. Условия проведения процесса. Особенности гидроочистки бензиновых фракций, газойлевых фракций и остаточного нефтяного сырья. Каталитический риформинг. Его роль в производстве высококачественных бензинов, ароматических соединений и водорода. Гидрокрекинг. Место гидрокрекинга в структуре современного НПЗ.Условия проведения процесса.Роль гидрокрекинга в переработке остаточных видов нефтяного сырья. Изомеризация легких бензиновых фракций с целью получения высокооктановых экологически чистых компонентов моторных топлив. Особенности высокотемпературной и низкотемпературной изомеризации. Алкилирование изобутана легкими олефинами. Особенности сернокислотного и фтористоводородного алкилирования. Место алкилирования в производстве высококачественных бензинов.

Современные тенденции развития нефтепереработки.

Оптимальные схемы НПЗ с учетом особенностей сбыта производимой продукции. Роль вторичных процессов в увеличении глубины переработки нефти. Новые технологии, лежащие в основе производства продукции, соответствующей мировым стандартам.

2.Нефтехимия

Состояние нефтехимии и направления ее развития

Место нефтехимии в химической промышленности и мировая нефтехимия. Современные тенденции развития российской нефтехимии.

Процессы получения нефтехимического сырья

Непредельные углеводороды как основное сырье для нефтехимического синтеза: этилен, пропилен. Процессы получения высших олефинов. Процессы получения ароматических соединений. Алканы как сырье для нефтехимии.

Производство продукции на основе олефинов и ацетилена

Продукты на основе этилена. Получение этиленоксида и продуктов на его основе. Этиленгликоль. Новые пути синтеза этиленгликоля. Современные методы получения ацетальдегида и уксусной кислоты. Окисление этилена в ацетальдегид (Вакер-процесс) и уксусную кислоту. Карбонилирование метанола. Катализаторы, механизмы реакций. Современные технологии синтеза полиэтилена. Продукты на основе пропилена. Синтез ацетона и продуктов на его основе. Эпоксидирование непредельных соединений гидроперекисями, надкислотами, перекисью водорода. Оксид пропилена, пути его использования. Аллиловый спирт, глицидол, глицерин. Окислительный аммонолиз как основной современный метод синтеза нитрилов. Механизм. Перспективы развития. Окисление пропилена в акролеин. Катализаторы, механизм реакции. Продукты на основе углеводородов С4. Изобутилен и его реакции. Получение метакриловой кислоты из изобутилена. Получение малеинового ангидрида окислением бутена-2. Продукты на основе высших олефинов Основные процессы переработки высших олефинов. Синтез высших спиртов гидроформилированием. Синтез пластификаторов и ПАВ. Продукты на основе диенов и ацетилена. Место ацетилена в современной нефтехимии. Методы выделения и очистки. Конденсация ацетилена с образованием ароматических углеводородов. Циклооктатетраен. Линейная олигомеризация ацетилена. Конденсация ацетилена с углеводородами других классов. Синтез мономеров на базе ацетилена: хлоропрена, акрилонитрила, винилацетата, виниловых эфиров. Ацетилен как винилирующий агент. Диены. Основные ресурсы, современные методы получения и выделения. Использование бутадиена, изопрена, аллена в нефтехимической промышленности. Процессы получения бензола и алкилбензолов

Бензол и пути его использования. Диспропорционирование гомологов бензола. Детергенты на базе бензола. Замена бензола другими ароматическими углеводородами в синтезе стирола и детергентов. Развитие процессов алкилирования ароматических углеводородов Производство кумола, высших алкилбензолов. Толуол, ксилолы, полиметилбензолы, полициклические ароматические углеводороды. Процессы, связанные с изомеризацией, гидродеалкилированием, диспропорционаированием. Получение функциональных ароматических производных

Окисление ароматических и алкилироаматических углводородов. Современные способы получения фенолов, кселенолов, дигидроксибензолов и бисфенолов. Пластмассы на базе фенола. Методы введения в молекулу фенола алкильной, алкенильной, окси- и галоидалкильной групп. Алкилирующие агенты, катализаторы, механизм. Значение затрудненных фенолов в промышленности. Фенолы как ингибиторы окисления. Современные методы получения малеинового ангидрида. Направления его использования. Окисление о-ксилола и

нафталина до фталевого ангидрида. Терефталиевая кислота. Синтез антрахинона и его использования Нитросоединения, анилины, хлорпроизводные ароматических соединений. ароматических углводородов.

Получение циклогексана и циклогексена. Синтез акриловой кислоты и компонентов для получения полиамидных волокон. Получение дикарбоновых кислот, диаминов, аминокрабоновых кислот.

3.Химия одноуглеродных молекул

Современные проблемы газохимии и С1-химии

С1-Сырье. Газификация и риформинг. Переработка газа и угля, производство синтез-газа. Технологии газификации. Технологии производства синтез-газа.

Синтез Фишера-Тропша

Сырье для процесса Фишера-Тропша. Катализаторы и механизмы реакций. Продукты синтеза. Проблема получения углеводородных фракций. Технологии производства синтетических углеводородов.

Метанол. Гидроформилирование.

Получение метанола из синтез-газа, катализаторы и механизмы реакций. Реакторы синтеза метанола. Метанол как топливо. Производство углеводородов и эфиров из метанола. Гидроформилирование альфа-олефинов, катализаторы и механизмы. Гидроформилирование замещенных олефинов, катализаторы и механизмы. Использование альдегидов, пластификаторы.

Диоксид углерода

Экологические проблемы связанные с эмиссией CO_2. Гидрирование CO_2. Сверхкритический CO_2. Получение мочевины, карбонатов, полиуретанов.

4.Переработка возобновляемого растительного сырья

Биогаз. Биотопливо. Биодизель. Биоэтанол

III. РЕФЕРАТ ПО ИЗБРАННОМУ НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ

Реферат по избранному направлению подготовки представляет собой обзор литературы по теме будущего научного исследования и позволяет понять основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Реферат включает титульный лист, содержательную часть, выводы и список литературных источников. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. В отзыве к реферату предполагаемый научный руководитель дает характеристику работы и рекомендуемую оценку, входящую в общий экзаменационный балл.

IV. ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Вопрос 1. Место процесса каталитического крекинга в структуре современного НПЗ. Сырье, условия проведения процесса, структура получаемых продуктов. Принципиальная схема установок каталитического крекинга. Требования, предъявляемые к микросферическим цеолитсодержащим катализаторам.

Вопрос 2. Непредельные углеводороды как основное сырье для нефтехимического синтеза: этилен, пропилен. Процессы получения высших олефинов

Вопрос 3. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

V. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ОСНОВНАЯ

1. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. М.: Химия, 2001.
2. Капустин В.М., Рудин М.Г. «Химия и технология переработки нефти», М: Химия. 2013.
3. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработка нефти: технический и экономический аспекты. М.: Техника, 2001.
4. Платэ Н.А., Сливинский Е.В. Основы химии и технологии мономеров. М.: Наука. 2002.
5. Технология переработки нефти.: ч.1. Первичная переработка нефти. Под ред. Глаголевой О.Ф. и Капустина В.М.. М.: Химия. КолосС. 2006.
6. Технология переработки нефти.: ч.2. Деструктивные процессы. Под ред. Капустина В.М., Гуреева А.А. М.: Химия. КолосС. 2007.
7. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. СПб. Химиздат. 2005.

2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика: Научное издание. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект». 2010.
2. Тимофеев, В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.:.Высш. шк. 2003.
3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Уфа: Гилем, 2002.
4. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти. Учебное пособие. Изд. М.: КДУ. 2008

V. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень знаний поступающих в аспирантуру МГУ оценивается по десятибалльной шкале. При отсутствии поступающего на вступительном экзамене в качестве оценки проставляется неявка. Результаты сдачи вступительных экзаменов сообщаются поступающим в течение трех дней со дня экзамена путем их размещения на сайте и информационном стенде структурного подразделения. Вступительное испытание считается пройденным, если абитуриент получил семь баллов и выше.

Критерии и показатели оценивания ответа на вступительном экзамене по специальности поступающих в аспирантуру Химического факультета МГУ

Вступительный экзамен по специальности в аспирантуру химического факультета проводится в устной форме, по экзаменационным билетам, и состоит

из 3х вопросов (2х вопросов по различным разделам программы вступительного экзамена и вопроса по реферату).

Ответ поступающего в аспирантуру оценивается по 10-балльной шкале.

	0	Нет ответа ни на один из трех заданных вопросов, либо отказ от ответа.
Минимальный уровень знаний	1	Отсутствуют ответы на оба заданных теоретических вопроса, существенные недочеты при изложении темы реферата, выявленные при его экспертной оценке, либо указанные в отзыве.
	2	Отсутствуют ответы на оба заданных теоретических вопроса, незначительные недочеты при изложении темы реферата, выявленные при его экспертной оценке, либо указанные в отзыве.
Низкий уровень знаний	3	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, фрагментарный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
	4	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, неполный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
Средний уровень знаний	5	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов, полный ответ на второй заданный теоретический вопрос, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
	6	Неполные ответы на оба заданных теоретических вопроса, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, за исключением изложения темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
Достаточный уровень знаний	7	Полные ответы на оба заданных теоретических вопроса, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, либо незначительные недочеты при изложении темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
	8	Полные ответы на оба заданных теоретических вопроса, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, либо незначительные недочеты при изложении темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).
Высокий уровень знаний	9	Исчерпывающие ответы на все заданные вопросы, свободное владение материалом, имеются недочеты при сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы, либо незначительные недочеты при изложении темы реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).

	10	Исчерпывающие ответы на все заданные вопросы, свободное владение материалом, грамотные сопоставление и анализ сведений из различных разделов программы, уверенное владение темой реферата (на основе его экспертной оценки, либо отзыва).

VI. АВТОРЫ

1.Э.А.Караханов, д.х.н., профессор

2.А.Л.Максимов, д.х.н., профессор

3.С.В.Лысенко, д.х.н., профессор

4.А.В.Анисимов, д.х.н., профессор