

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

**Программа вступительных испытаний в магистратуру  
по направлению**

**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии**

*Магистерская программа*

*«Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок  
нефтегазохимического комплекса»*

## ***Разработчик программы:***

руководитель магистерской программы «Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок нефтегазохимического комплекса – директор НОЦ «Международный институт логистики ресурсосбережения и технологической инноватики (МИ-ЛРТИ)», заведующий кафедрой Логистики и экономической информатики (ЛогЭКИ), член-корр. РАН, д.т.н., профессор Мешалкин В.П.

### **1. Введение**

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки **18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по магистерской программе «Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок нефтегазохимического комплекса».**

Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 5 апреля 2017 г. № 301, и соответствует федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень магистратуры), утвержденному приказом Министерства образования и науки РФ от 20 ноября 2014 г. N 1480.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников бакалавриата, специалитета или магистратуры классических университетов, технических и технологических вузов, в основных образовательных программах подготовки которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы которых аналогичны по наименованию и основному содержанию рабочим программам перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева по уровню бакалавриата.

Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева:

1. «Общая химическая технология», которая относится к базовой части блока «Дисциплины» основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (ФГОС ВО).

2. «Теоретические основы энергоресурсосберегающих химических технологий и химико-технологических систем», которая относится к

обязательным дисциплинам вариативной части блока «Дисциплины» основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок нефтегазохимического комплекса» (ФГОС ВО).

3. «Анализ и синтез химико-технологических систем», которая относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока «Дисциплины» основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок нефтегазохимического комплекса» (ФГОС ВО).

4. «Основы промышленной логистики», которая относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока «Дисциплины» основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок нефтегазохимического комплекса» (ФГОС ВО).

Вступительные испытания проводятся в форме устного экзамена по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два задания из различных дисциплинарных блоков.

## **2. Содержание программы вступительных испытаний в магистратуру по направлению 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», магистерская программа «Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок нефтегазохимического комплекса»**

### **Блок 1. Теоретические основы энергоресурсосберегающих химических технологий и химико-технологических систем**

Понятие «химико-технологическая система» (ХТС). Безотходные, малоотходные и ресурсоэнергосберегающие ХТС. Химико-энерготехнологические системы (ХЭТС). Однородные и неоднородные ХТС.

Общая характеристика ХТС как объектов исследования: технологическая структура (технологическая топология) ХТС; конструкционные и технологические параметры ХТС, параметры технологического режима; входные и выходные переменные ХТС; параметры состояния и параметры свойств, параметричность технологического потока; состояние ХТС, пространство состояний ХТС. Виды типовых технологических операторов (ТО) ХТС: химического

превращения, межфазного массообмена, смешения, механического разделения, селективного (диффузионного) разделения, рекуперативного теплообмена, нагрева-охлаждения, сжатия (расширения), изменения агрегатного состояния. Классификация ХТС по особенностям технологической структуры (топологии): по видам элементов (однородные и неоднородные) и по типам технологических связей (однонаправленные и встречно направленные). Схемы ХТС, отображающие ее технологическую топологию: технологические, структурные, операторные и функциональные. Типы технологических связей в ХТС: в однонаправленных ХТС - последовательная, последовательно-обводная (байпас), параллельная; во встречно направленных – противонаправленная, обратная (рециклическая) по расходу вещества, обратная по расходу энергии, энерготрансформационная.

Классификация ХТС по способу функционирования: непрерывные и периодические; ХТС по производству строго определенных продуктов (непрерывные, непрерывно-циклические и непрерывно-периодические) и ХТС для производства многоассортиментной продукции. Периодические ХТС для выпуска многоассортиментной продукции: индивидуальные, совмещенные и гибкие. Виды критериев эффективности ХТС: технико-экономические и технологические.

Краткая характеристика основных свойств ХТС (надежности, безотказности и ремонтпригодности, работоспособности, безопасности, чувствительности, помехозащищенности, устойчивости, управляемости, эмерджентности).

Краткая характеристика физико-химических и технологических способов и приемов ресурсосбережения в ХТС. Режимно-параметрические, технологические, аппаратурно-конструкционные и организационно-технические приемы и операции, реализующие различные способы ресурсосбережения в химической промышленности. Классификация и общая характеристика принципов синтеза оптимальных ресурсоэнергосберегающих ХТС.

## **Блок 2. Анализ и синтез химико-технологических систем**

### ***Понятия анализа, оптимизации и синтеза ХТС.***

Методика математического моделирования ресурсоэнергосберегающих ХТС. Общий вид операторно-символической математической модели ХТС. Метод математического моделирования – основного метода решения задач проектирования, реконструкции и эксплуатации ХТС.

Постановка и принципы решения задач анализа ХТС. Задачи анализа материально-тепловых нагрузок на элементы ХТС – задачи расчета материально-тепловых балансов ХТС.

Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС. Внутренние и внешние источники (стоки) вещества и энергии. Физические и фиктивные потоки ХТС. Уравнения физико-химических связей. Признаки существования решения систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС. Определение степени свободы ХТС.

Принципы построения топологических моделей (графов) ХТС. Потоковые графы ХТС: параметрические, материальные, тепловые и эксергетические.

Понятие о топологическом методе составления систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС.

***Основы теории синтеза оптимальных энергоресурсосберегающих химико-технологических систем.***

Задача синтеза оптимальных энергоресурсосберегающих ХТС (ЭРС-ХТС) Смысловое (или качественное инженерно-технологическое) решение задачи синтеза ХТС: выбор типов химико-технологических процессов; выбор типо-конструкций аппаратов и машин химической технологии; генерация (создание) структуры (технологической топологии), выбор покомпонентного состава и фазового состояния технологических потоков синтезируемой ХТС.

Общая характеристика исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных однородных ХТС – рекуперативных теплообменных систем (Р-ТС) и энергоресурсосберегающих систем ректификации (ЭРС-СР) многокомпонентных смесей. Понятие эвристики и граничной задачи синтеза (ГЗС) Р-ТС и ЭРС-СР.

Постановка ИЗС рекуперативных теплообменных систем (Р-ТС). Основные физико-химические и инженерно-технологические предпосылки, используемые при формулировании содержательной постановки ИЗС Р-ТС. Внутренняя и внешняя подсистемы Р-ТС.

Постановка ИЗС ресурсоэнергосберегающих систем ректификации (ЭРС-СР) многокомпонентных смесей. Основные физико-химические и инженерно-технологические предпосылки, используемые при поиске оптимального решения задачи синтеза оптимальных ациклических ЭРС-СР.

Декомпозиционные методы синтеза оптимальных ациклических СР: декомпозиционно-топологический, декомпозиционно-эвристический.

### **Блок 3. Основы промышленной логистики**

Определение, понятие, задачи и функции логистики. Факторы развития логистики. Уровни развития логистики.

Логистика как наука и вид предпринимательства. Эволюция концептуальных подходов к логистике. Категория экономических компромиссов.

Логистика как фактор повышения конкурентоспособности фирм. Основные требования логистики. Понятие логистики ресурсосбережения, или «зелёной» логистики.

Понятие цепи поставок. Управление цепями поставок.

Задачи и функции закупочной логистики. Механизм функционирования закупочной логистики.

Логистика и маркетинг. Каналы распределения товаров. Понятие «управление цепями поставок».

Место логистики запасов в логистической системе организации. Виды запасов. Основные системы управления запасами.

### **3. Контрольные вопросы для подготовки к вступительным испытаниям в магистратуру по направлению 18.04.02 «Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», магистерская программа «Энергоресурсоэффективные высоконадежные производства и цепи поставок нефтегазохимического комплекса»**

#### **Блок 1. Теоретические основы энергоресурсосберегающих химических технологий и химико-технологических систем**

1.1. Безотходные, малоотходные и ресурсоэнергосберегающие химико-технологические системы (ХТС). Химико-энерго-технологические системы (ХЭТС). Однородные и неоднородные ХТС.

1.2. Виды типовых технологических операторов ХТС. Основные и вспомогательные технологические операторы. Операторные схемы ХТС. Классификация ХТС по особенностям технологической структуры (технологической топологии).

1.3. Краткая характеристика основных свойств ХТС (надежности, безотказности и ремонтпригодности, работоспособности, безопасности, чувствительности, помехозащищенности, устойчивости, управляемости, эмерджентности).

1.4. Основные понятия энергосбережения и показатели энерго-ресурсоэффективности промышленности. Понятия энергоресурсосберегающих химико-технологических процессов (ХТП) и химико-технологических систем (ХТС).

1.5. Способы комплексной переработки минерального природного сырья в ХТС. Технологические операции полной утилизации топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Источники вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

1.6. Способ наилучшего использования топливно-энергетических ресурсов для обеспечения энергоресурсосбережения в ХТС.

1.7. Способ замкнутого водоснабжения химико-технологических процессов и производств химических отраслей промышленности.

1.8. Понятие химико-технологической системы (ХТС). Входные и выходные параметры ХТС. Технологическая топология (структура) химико-технологических систем.

1.9. Общая характеристика способов, методов и приёмов энергоресурсосбережения в ХТС. Основные цели и задачи энергоресурсосбережения в экономике.

1.10. Основные этапы обеспечения оптимальных показателей энергоресурсоэффективности производств и цепей поставок НГХК.

1.11. Общая характеристика методов обеспечения энергоресурсосбережения в ХТС. Краткая характеристика основных способов и приёмов энергоресурсосбережения в ХТС. Способ наилучшего использования движущей силы ХТП.

## **Блок 2. Анализ и синтез химико-технологических систем**

2.1. Краткая характеристика задач анализа, оптимизации и синтеза ресурсоэнергосберегающих ХТС.

2.2. Анализ и синтез ХТС как инженерно-технологические операции. Постановка исходных задач синтеза (ИЗС).

2.3. Технологическая структура, или технологическая топология, ХТС. Конструкционные и технологические параметры ХТС, параметры технологического режима; входные и выходные переменные ХТС.

2.4. Совмещенные и гибкие многоассортиментные периодические ХТС. Виды критериев эффективности ХТС: технико-экономические и технологические.

2.5. Технологические схемы ХТС, отображающие ее технологическую топологию (структуру). Типы технологических связей в ХТС.

2.6. Постановка и принципы решения задач анализа ХТС. Задача расчета материально-тепловых балансов ХТС.

2.7. Общий вид систем уравнений материально-тепловых балансов ХТС. Внутренние и внешние источники (стоки) вещества и энергии. Физические и фиктивные потоки ХТС. Уравнения физико-химических связей.

2.8. Классификация исходных задач синтеза ресурсоэнергосберегающих ХТС.

2.9. Постановка исходных задач синтеза (ИЗС) оптимальных энергоресурсосберегающих теплообменных систем (ТС).

2.10. Классификация и общая характеристика принципов синтеза ХТС: (декомпозиционно-поисковый и эвристическо-декомпозиционный).

## **Блок 3. Основы промышленной логистики**

3.1. Логистика как наука и вид предпринимательства. Эволюция концептуальных подходов к логистике. Категория экономических компромиссов.

3.2. Логистика как фактор повышения конкурентоспособности фирм. Основные требования логистики. Понятие логистики ресурсосбережения, или «зелёной» логистики.

3.3. Понятие цепи поставок. Управление цепями поставок.

3.4. Задачи и функции закупочной логистики. Механизм функционирования закупочной логистики.

3.5. Логистика и маркетинг. Каналы распределения товаров. Понятие «управление цепями поставок».

3.6. Место логистики запасов в логистической системе организации. Виды запасов. Основные системы управления запасами.

3.7. Определение, понятие, задачи и функции логистики. Факторы развития логистики. Уровни развития логистики.

#### **4. Рекомендуемая литература**

##### **По блоку 1. Теоретические основы энергоресурсосберегающих химических технологий и химико-технологических систем**

###### **Основная:**

1. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. М. : «Химия», 1991. — 432 с. (электронная копия размещена по ссылке: [www.muotr.ru/files/analiz-sintez\\_hts.djvu](http://www.muotr.ru/files/analiz-sintez_hts.djvu)).

2. Основы теории ресурсоэнергосберегающих интегрированных химико-технологических систем / Мешалкин В.П., ТОВАЖНЯЖСКИЙ Л.Л., Капустенко П.А. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. — 412 с.

###### **Дополнительная:**

1. Мешалкин В.П. Ресурсоэнергоэффективные методы энергообеспечения и минимизации отходов нефтеперерабатывающих производств: основы теории и наилучшие практические результаты. М-Генуя: «Химия», 2009 – 393с. (электронная версия размещена по ссылке: [http://www.muotr.ru/files/res-ef\\_meth\\_proizv.pdf](http://www.muotr.ru/files/res-ef_meth_proizv.pdf)).

2. Бесков. В.С. Общая химическая технология. Учебник для вузов. М., ИКЦ "Академкнига". 2005. 452 с.

##### **По блоку 2. Анализ и синтез химико-технологических систем**

###### **Основная:**

1. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. М. : «Химия», 1991. — 432 с. (электронная версия размещена по ссылке: [www.muotr.ru/files/analiz-sintez\\_hts.djvu](http://www.muotr.ru/files/analiz-sintez_hts.djvu)).

2. Основы теории ресурсоэнергосберегающих интегрированных химико-технологических систем / Мешалкин В.П., ТОВАЖНЯЖСКИЙ Л.Л., Капустенко П.А. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. — 412 с.



**Дополнительная:**

1. Мешалкин В.П. Ресурсоэнергоэффективные методы энергообеспечения и минимизации отходов нефтеперерабатывающих производств: основы теории и наилучшие практические результаты. М-Генуя: «Химия», 2009 – 393с. (электронная версия размещена по ссылке: [http://www.muotr.ru/files/res-ef\\_meth\\_proizv.pdf](http://www.muotr.ru/files/res-ef_meth_proizv.pdf)).

2. Бесков. В.С. Общая химическая технология. Учебник для вузов. М., ИКЦ "Академкнига". 2005. 452 с.

**По блоку 3. Основы промышленной логистики**

**Основная:**

1. Мешалкин В.П., Дови' В., Марсанич А. Принципы промышленной логистики. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002 – 722 с. (электронная версия размещена по ссылке: [http://www.muotr.ru/files/principi\\_prom\\_log.pdf](http://www.muotr.ru/files/principi_prom_log.pdf)).

2. Мешалкин В.П. Ресурсоэнергоэффективные методы энергообеспечения и минимизации отходов нефтеперерабатывающих производств: основы теории и наилучшие практические результаты. М-Генуя: «Химия», 2009 – 393с. (электронная версия размещена по ссылке: [http://www.muotr.ru/files/res-ef\\_meth\\_proizv.pdf](http://www.muotr.ru/files/res-ef_meth_proizv.pdf)).

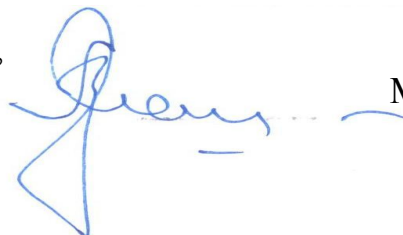
3. Управление организацией: Учебник / Под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: ИНФРА-М, 2000.-669 с.

4. Логистика: Учебник / Под ред. Б.А. Аникина: 3-е изд., перераб. и доп.-М.: Л69 ИНФРА-М, 2002.-368 с.- (Серия высшее образование).

**Дополнительная:**

1. Мешалкин В.П., Дови' В., Марсанич А. Стратегия управления логистическими цепями химической продукции и устойчивое развитие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003 – 542 с. (электронная версия размещена по ссылке: - [http://www.muotr.ru/files/sc\\_man\\_strat.pdf](http://www.muotr.ru/files/sc_man_strat.pdf)).

Зав. кафедрой ЛогЭКИ,  
член-корреспондент РАН,  
профессор, д.т.н.



Мешалкин В.П.