

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

«Ресурсо- и энергосбережение в технологии неорганических веществ»

**Направление подготовки**

18.03.01 Химическая технология

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Химическая технология неорганических веществ»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

### Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов углубленных знаний физико-химической сущности процессов энерго- и ресурсосбережения с последующим анализом результатов и научного и инженерного подхода к вопросам рационального использования энерго- и материальных ресурсов, в химической технологии неорганических веществ.

Задачи изучения дисциплины:

- познакомить с основными принципами анализа технологических процессов;
- научить студентов пользоваться нормативной и методической литературой при анализе и оптимизации технических процессов;
- сформировать у студентов системный подход при проектировании энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии неорганических веществ.

Изучение дисциплины должно основываться на следующем профессиональном стандарте:

- 26.001. Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов.

### Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Предметом изучения дисциплины «Ресурсо- и энергосбережение в технологии неорганических веществ» являются методологические основы проектирования энерго- и ресурсосберегающих мероприятий химических производств, усвоение которых позволит эффективно разрабатывать проекты предприятий с учетом их технологической и организационной специфики и свести к минимуму проектно-изыскательские работы и исполнение проектно-сметной документации.

Освоение вышеуказанных знаний способствует качественной эксплуатации химико-технологических процессов, конструкций, машин и аппаратов которые используются на предприятиях химической технологии, в частности неорганических веществ.

Обучение по данной дисциплине базируется главным образом на знаниях, полученных студентами в процессе изучения курсов математики, химии, физики, процессов и аппаратов, основ химической технологии, техническая термодинамика и теплотехника.

После изучения дисциплины выпускники должны быть готовы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/03.6. Выявление и анализ причин брака/несоответствующей продукции;
- В/03.6. Составление технических заданий на подготовку проектов технических стандартов производства наноструктурированных композиционных материалов;
- В/05.6. Выполнение работ по комплексному контролю продукции и технологических процессов производства наноструктурированных композиционных материалов
- А/01.6. Проведение анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов;
- А/06.6. Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства.

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

– профессиональные:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-3.1	Способность анализировать техническую и нормативную документацию, выявлять и устранять отклонения от режимов работы оборудования производства неорганических веществ и параметров технологии неорганических веществ	З-ПК-3.1 Знать техническую и нормативную документацию по технологическому обеспечению производства неорганических веществ при выявлении и устранении отклонений от режимов работы оборудования и технологических У-ПК-3.1 Уметь контролировать технологический процесс производства неорганических веществ, выявлять и устранять их отклонения В-ПК-3.1 Владеть навыками обобщения результатов испытаний, проведенных на производственном оборудовании
ПК-6	Способен использовать	З-ПК-6 Знать нормативные документы по качеству, стан-



**Раздел 1 – «Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих химических технологий»**

1	1	Обобщенный образ технологической системы	12	2		2	8	Т №1 (письменно) КР1 Д	30
	2	Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. Уравнение балансов потоков масс	16	2		2	12		
	3	Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии	14	2		2	10		
	4	Неравноценность различных форм энергии. Эксергия материальных и энергетических потоков	18	4		2	12		

**Раздел 2 – «Системный многокритериальный анализ эффективности функционирования химических производств»**

2	5	Использование методов оптимизации при создании энерго- и ресурсосберегающих производств.	16	2		2	12	Т №2 (письменно) КР2 Д	30
	6	Стратегия оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения.	16	2		2	12		
	7	Интеллектуальные системы Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем.	16	2		4	10		

<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>76</b>	<b>Э</b>	<b>40</b>
-------------------------------------	--	--	------------	-----------	--	-----------	-----------	----------	-----------

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестовое задание
КР	Контрольная работа
Д	Доклад
Э	Экзамен

**Содержание лекционного курса**

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<p><b>Лекция 1. Введение. Обобщенный образ технологической системы</b></p> <p>1. Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство.</p> <p>2. Проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии неорганических веществ.</p> <p>3. Энергоемкость существующих технологических процессов в химической технологии.</p> <p>4. Показатели ресурсосбережения промышленных химических производств.</p> <p>5. Пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях.</p> <p>6. Роль термодинамического подхода в решении задач энерго- и</p>	<b>2</b>	<b>1-5</b>

<p>ресурсосбережения в химическом производстве.</p> <p>7. Модель «черного ящика» как термодинамическая модель функционирования химико-технологической системы.</p> <p>8. Первое начало термодинамики.</p> <p>9. Совокупный материальный поток, поток теплоты, поток энергии. Примеры моделей ряда систем: аппарат, агрегат, промышленное производство, химико-технологическая система.</p>		
<p><b>Лекция 2. Интегральные уравнения преобразования потоков вещества и энергии в технологических системах. Уравнение балансов потоков масс.</b></p> <p>1. Системы уравнений материальных балансов по:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общим массовым расходам физических потоков;</li> <li>- общим массовым расходам химических компонентов;</li> <li>- общим массовым расходам химических элементов.</li> </ul> <p>2. Теоретический и практический материальный баланс.</p> <p>3. Определение стехиометрически независимых реакций в их системе по критерию Грама.</p> <p>4. Представление материальных потоков в форме потоковой диаграммы.</p> <p>5. Критерии оценки хода процесса и критерии эффективности использования сырья.</p>	<b>2</b>	<b>1-5</b>
<p><b>Лекция 3. Основные технологические принципы создания ресурсосберегающих химических технологий. Уравнение баланса потоков энергии.</b></p> <p>1. Различные варианты технологических схем производства азотной кислоты из аммиака как пример оценки эффективности использования сырьевых ресурсов.</p> <p>2. Интегральное уравнение сохранения энергии в технологической системе.</p> <p>3. Энтальпийный баланс, как частный случай энергетического баланса.</p> <p>4. Представление энтальпийного и энергетического балансов в форме потоковой диаграммы.</p> <p>5. Частные формы уравнения баланса энергии: течение жидкости в трубопроводе, противоточный теплообменник, адиабатный реактор и реактор с внешним теплообменом, электрохимический реактор.</p> <p>6. Роль энергетического баланса системы в решении вопроса энергосбережения. Коэффициент преобразования энергии и эффективность функционирования химико-технологической системы.</p>	<b>2</b>	<b>1-5</b>
<p><b>Лекция 4. Неравноценность различных форм энергии. Эксергия материальных и энергетических потоков</b></p> <p>1. Характеристика основных тепловых потоков в химической промышленности.</p> <p>2. Ранжирование источников теплоты и стоков теплоты с помощью идеальной машины Карно.</p> <p>3. Оценка энергетической эффективности возможных траекторий любого технологического процесса.</p> <p>4. Выражение работоспособности системы через функцию эксергии. Уравнение баланса эксергии.</p> <p>5. Связь теории энергосберегающей технологии с термодинамической необратимостью процесса.</p> <p>6. Эксергия вещества в замкнутом объеме и потоке. Эксергия потоков энергии. Критерии эффективности использования эксергии. Коэффициент преобразования эксергии.</p> <p>7. Системный анализ способов энерго- и ресурсосбережения в химической технологии: мероприятия, способы, приёмы и операции.</p>	<b>4</b>	<b>1-5</b>

<p>8. Использование вторичных энергоресурсов в химических производствах.</p> <p>9. Состояние и перспективы использования горючих, высокопотенциальных и низкопотенциальных ВЭР в химических производствах.</p> <p>10. Использование тепловых насосов в процессах химической технологии.</p>		
<p><b>Лекция 5. Использование методов оптимизации при создании энерго - и ресурсосберегающих производств</b></p> <p>1. Прямая структурно - декомпозиционная, структурно – параметрическая оптимизация ХТС в задачах энерго - и ресурсосбережения в химической технологии.</p> <p>2. Классификация методов многокритериальной оптимизации энерго – и ресурсосберегающих процессов, и систем.</p> <p>3. Техничко-экономический критерий эффективности.</p> <p>4. Методология энерго – и ресурсосбережения многокомпонентных каталитических процессов.</p> <p>5. Гипотетически обобщенная технологическая структура.</p> <p>6. Парето оптимизация технологических, конструкционных и структурных параметров.</p>	<b>2</b>	<b>1-5</b>
<p><b>Лекция 6. Стратегия оптимизации и организации энерго-и ресурсосбережения.</b></p> <p>1. Декомпозиция по составляющим критерия.</p> <p>2. Оценка степени рассогласования по составляющим критерия.</p> <p>3. Блок-схема решения задачи оптимизации и энерго – и ресурсосбережения многокритериальной системы.</p> <p>4. Неформализованные задачи оптимальной эксплуатации химических производств.</p> <p>5. Объекты ситуационного управления.</p> <p>6. Диагностика причин отклонений в работе промышленных установок.</p> <p>7. Формирование математических моделей для решения задач ситуационного управления</p>	<b>2</b>	<b>1-5</b>
<p><b>Лекция 7. Интеллектуальные системы. Физико-химические модели - основа для построения интеллектуальных систем.</b></p> <p>1. Теоретические основы построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго – и ресурсосбережения процессов химической технологии.</p> <p>2. Построение интеллектуальных систем для расчета, оптимизации и прогнозирования химических производств.</p> <p>3. Теоретические основы, расчет и оптимизация нестационарных ХТП.</p> <p>4. Учет физико-химических особенностей процесса при разработке новых компьютерных технологий.</p> <p>6. Выбор и обоснование рациональных способов представления экспертных знаний об изучаемом процессе.</p> <p>7. Принципы выбора гидродинамического режима работы реактора при математическом моделировании.</p> <p>8. Оценка численных значений параметров математических моделей.</p>	<b>2</b>	<b>1-5</b>

### Перечень практических работ

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Эффективность ресурсосберегающих проектов	2	1-5
Ресурсоемкость производства продукции предприятия	2	1-5
Определение мощности источников вторичных энергетических ресурсов.	2	1-5
Расчет аппаратов для утилизации тепла вентиляционных выбросов	2	1-5
Расчет и выбор энергоэффективных тепловых схем абсорбционных и ректификационных установок.	2	1-5
Энергетический анализ эффективности работы генератора теплоты	2	1-5
Эксергетический анализ эффективности работы генератора теплоты	2	1-5
Расчет основных характеристик абсорбционных холодильных машин	2	1-5

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего Часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Назначение и состав топливо-энергетического баланса химического производства. Методы определения общей эффективности использования топливо-энергетических ресурсов.	8	1-5
Энергетические и эксергетические характеристики производственных высокотемпературных процессов и агрегатов. Эффективность комбинированных теплоиспользующих установок.	12	1-5
Эксергетический метод распределения расхода топлива в комбинированных установках. Использование вторичных энергоресурсов в замкнутых и разомкнутых схемах энерго-использования.	18	1-5
Использование физического тепла технологических продуктов и отходов. Использование низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Тепловые аккумуляторы, типы, схемы включения и основы расчета. Утилизаторы низкопотенциальной теплоты. Теплоутилизаторы с применением тепловых труб. Контактные и контактно-поверхностные теплоутилизаторы. Особенности применения контактных теплоутилизаторов. Получение холода на базе низкопотенциальных тепловых отходов. Тепловые насосы.	22	1-5
Цикличность материальных и энергетических потоков в химической технологии. Цикличность производства и потребления продукции. Экологическая безопасность химико-технологических производств.	16	1-5

### Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса «Ресурсо- и энергосбережение в технологии неорганических веществ» используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Раздел 1 «Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих химических технологий»	ПК-3.1; ПК-6; ПК-7	Контрольная работа (письменно)  Доклад – (устно)  Тест - (письменно)
	Раздел 2 «Системный многокритериальный анализ эффективности функционирования химических производств»	ПК-3.1; ПК-6; ПК-7	Контрольная работа (письменно)  Доклад – (устно)  Тест - (письменно)
<b>Промежуточная аттестация</b>			
3	Экзамен	ПК-3.1; ПК-6; ПК-7	Вопросы к экзамену (устная форма)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

#### Перечень вопросов входного контроля

1. Термодинамические функции.
2. Ресурсоэффективность в контексте экологической безопасности
3. Энергетический метод.
4. Энтропийный метод.
5. Экономические аспекты ресурсо-энергосбережения.
6. Анализ химико – технологических систем (ХТС).
7. Фактор окружающей среды.
8. Сырьевая база химической промышленности.
9. Энергетические ресурсы химической промышленности.
10. Источники энергии и рациональное их использование.
11. Использование вторичных энергетических ресурсов.
12. Потребление энергии в химических производствах.
13. Искусственные («рукотворные») материальные ресурсы и услуги.



## Примеры контрольных работ по разделам 1 и 2

### Вариант работа № 1

Составить уравнение теплового баланса калорифера, определить расход пара, диаметр паропровода, диаметр конденсато-провода, размеры воздухопроводов до и после калорифера, расход топлива и стоимость нагревания воздуха. Расчетная схема калорифера приведена на рис.

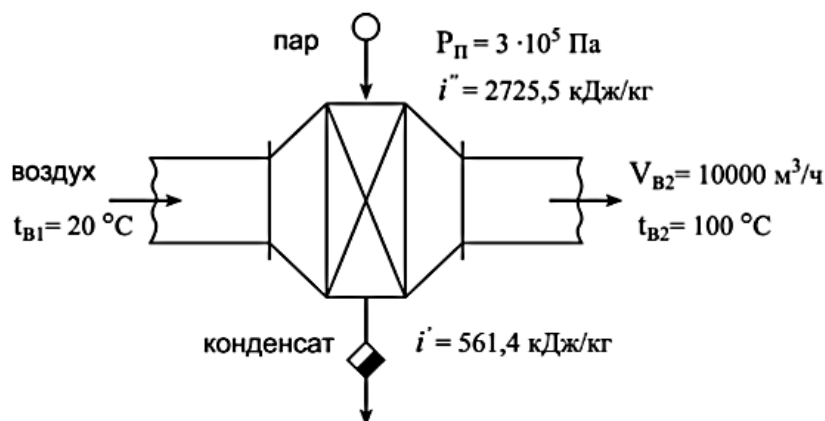


Рис. Расчетная схема калорифера

Исходные данные:	
температура воздуха до калорифера	$t_{в1} = 20 \text{ }^\circ\text{C};$
температура воздуха после калорифера	$t_{в2} = 100 \text{ }^\circ\text{C};$
объемный расход воздуха после калорифера	$V_{в2} = 10000 \text{ м}^3/\text{ч};$
давление пара в калорифере	$P_{п} = 3 \text{ атм. } (3 \cdot 10^5 \text{ Па}).$

### Вариант работа № 2

Составить уравнение теплового баланса подогревателя щелока и определить температуру, до которой нагревается щелок в теплообменнике, если коэффициент потерь составляет 2 % от поступившей теплоты в подогреватель с паром. Рассчитать расход топлива для нагревания щелока и диаметры паропровода и щелокопровода. Расчетная схема подогревателя щелока приведена на рис.

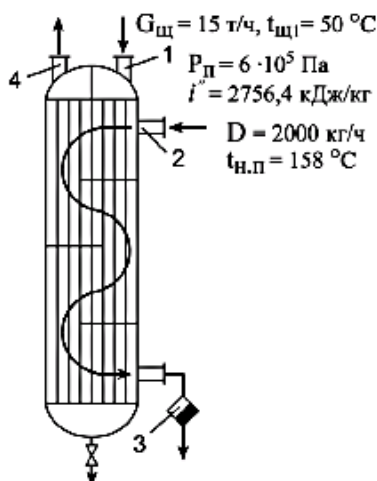


Рис. Расчетная схема подогревателя щелока:

1 – вход щелока; 2 – вход пара; 3 – конденсатоотводчик; 4 – выход нагретого щелока

Исходные данные:	
Давление греющего пара	$P_{п} = 6 \text{ атм. } (6 \cdot 10^5 \text{ Па});$
Расход пара	$D = 2000 \text{ кг/ч};$
Расход щелока	$G_{щ} = 15 \text{ т/ч};$
Температура щелока на входе	$t_{щ1} = 50 \text{ }^\circ\text{C}.$

### Вариант работа № 3

Определить количество пара, вырабатываемого котлом-утилизатором, установленным за мартеновской печью, а также рассчитать годовую экономию топлива (природного газа). Расчетная схема водотрубного котла-утилизатора приведена на рис.

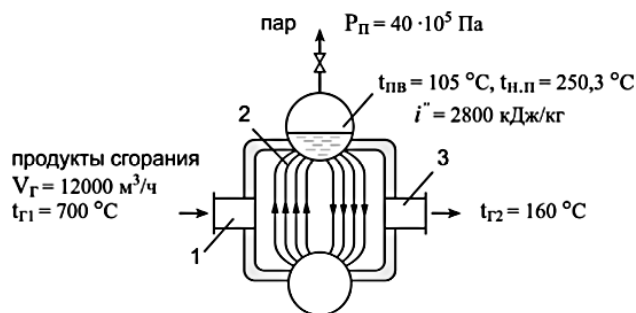


Рис. Расчетная схема водотрубного котла-утилизатора: 1 – вход продуктов сгорания; 2 – конвективный пучок; 3 – выход газов

Исходные данные:	
начальная температура газов	$t_{г1} = 700 \text{ }^\circ\text{C};$
конечная температура газов	$t_{г2} = 160 \text{ }^\circ\text{C};$
объемный расход газов	$V_{г} = 12000 \text{ м}^3/\text{ч};$
давление пара, вырабатываемого котлом-утилизатором	$P_{п} = 40 \cdot 10^5 \text{ Па (40 атм).}$

### Шкала оценивания контрольной работы (задач) по разделам 1 и 2

№ задачи	Баллы рейтинговой оценки
Задача 1	5
Задача 2	5
Задача 3	5
<b>Итого</b>	<b>15</b>

### Перечень тем для подготовки докладов по разделам 1 и 2

1. Ресурсоэффективность и устойчивое развитие цивилизации
2. Подходы (критерии) к определению ресурсоэффективности
3. Основные подходы к интерпретации роли ресурсов в социальной эволюции
4. Ресурсоэффективность в контексте экологической безопасности
5. Правовое обеспечение (регулирование) ресурсоэффективности природо- и недропользования
6. Оценка эффективности использования энергетических ресурсов
7. Основные проблемы и препятствия на пути повышения эффективности использования ресурсов
8. Открытые и замкнутые схемы химического производства
9. Методы анализа эффективности энергопотребления в химико-технологических системах: энергетический и энтропийный методы.
10. Эксергия. Основные положения.
11. Энерготехнология на базе энергетического процесса
12. Режим ресурсоэнергосбережения в промышленном водопользовании.
13. Экономика ресурсосбережения в химической промышленности.

### Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделам 1 и 2

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	9-10
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучаю-	7-8

щийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	5-6
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-4

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме тестирования. Тест содержит 10 вопросов. На выполнение задания отводится 20 минут.

Тест – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала по дидактическим единицам дисциплины (терминологический аппарат, основные методы).

### **Тест № 1 – раздела «Основные технологические принципы создания энерго- и ресурсосберегающих химических технологий»**

#### **Вариант № 1**

1. Что такое энергоэффективность?

а) снижение потребляемой энергии за счет снижения производственных мощностей.

б) снижение потребляемой энергии и ресурсов за счет использования нового и более продуктивного оборудования.

в) повышение уровня энергообеспеченности предприятия.

г) снижение расхода топливно-энергетических ресурсов в процессе производства.

2. Что относится к наиболее распространенным источникам теплоснабжения?

а) гидроэлектрические станции

б) ветроустановки

в) атомные станции

г) ТЭЦ и котельные

3. Энергетический ресурс – это:

а) носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии)

б) носитель энергии, энергия которого используется или может быть использована при осуществлении хозяйственной и иной деятельности

в) вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии).

г) первичное топливо (газ, нефть, каменный уголь)

4. Возобновляемый энергетический ресурс – это:

а) энергоресурс природного происхождения

б) энергия, образующаяся в результате переработки или преобразования различных видов топлива

в) ресурс, запас которого непрерывно возобновляется природой

г) ресурс, образующийся без участия топлива

5. Энергосбережение – это:

а) реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг)

б) отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции

в) сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности

г) использование всех видов энергии экономически оправданными, прогрессивными способами при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении законодательства

6. Производимые на территории Российской Федерации, импортируемые в Российскую Федерацию для оборота на территории Российской Федерации товары (в том числе из числа бытовых энергопотребляющих устройств) должны содержать информацию о классе их энергетической эффективности в:

а) технической документации, прилагаемой к этим товарам

б) в их маркировке

в) на их этикетках

г) всеми указанными способами

7. Требования энергетической эффективности не распространяются на:

а) культовые здания, строения, сооружения

б) временные постройки, срок службы которых составляет менее чем два года

в) отдельно стоящие здания, строения, сооружения, общая площадь которых составляет менее чем пятьдесят квадратных метров

г) все перечисленное

8. Энергосберегающая политика – это:

а) правовое, организационное и финансово-экономическое регулирование деятельности в области энергосбережения

б) реализация демонстрационных проектов высокой энергетической эффективности

в) обеспечение безопасного состояния окружающей среды

г) повышение уровня обеспечения республики местными энергоресурсами

9. К основным показателям, определяемым на узле учета тепловой энергии источника теплоты, не относятся:

а) масса (объем) теплоносителя

б) среднечасовая и среднесуточная температура теплоносителя

в) теплоемкость теплоносителя

г) среднечасовое давление теплоносителя

10. Годовое потребление энергии предприятием складывается из:

а) расхода условного топлива на технологический процесс

б) расхода условного топлива на производство тепловой и электрической энергии

в) потребления электроэнергии из энергосистемы

г) всего вышеперечисленного

## Вариант № 2

1. Какие энергоресурсы обходятся дороже всего (в России)?

а) водоснабжение

б) тепловая энергия

в) вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии).

г) водоотведение

2. Для составления баланса энергопотребления предприятия не рассчитывают:

а) расход электро- и тепловой энергии

б) приход электро- и тепловой энергии

в) расход энергии на технологические нужды

г) строительный объем зданий предприятия

3. При определении количества электроэнергии на привод оборудования вам не понадобится:

а) номинальная мощность двигателя

б) полезное время работы

в) коэффициент использования мощности электрооборудования

г) класс энергоэффективности оборудования

4. К основным путям повышения энергоэффективности в области теплоснабжения не относятся:

а) комплексное применение теплоизоляции для наружных ограждающих конструкций

б) использование радиаторов отопления с автоматической регуляцией и систем вентиляции с функции рекуперации тепла

в) снижение потерь на этапе выработки и транспортировки тепла

г) использование автономных источников теплоснабжения

5. Отметьте неверное утверждение.

а) Условное топливо используется для сравнения видов топлива между собой

б) Основная характеристика топлива – удельная теплота сгорания (теплотворная способность)

в) Теплотворная способность измеряется в Дж/(моль·К)

г) Теплотворная способность 1 кг каменного угля больше, чем у березовых дров

6. В силовых процессах «полезная энергия» определяется по:

а) световому потоку ламп

б) количеству теплоты, полученной потребителями или пользователями

в) рабочему моменту на валу двигателя, расходу энергии, необходимой в соответствии с теоретическим расчетом проведения заданных усилий

г) расходу энергии, необходимой для проведения заданных условий

7. Удельное потребление энергии в нашей стране в среднем выше, чем в развитых странах:

а) в 3-4 раза

б) в 5-6 раз

в) в 3-5 раз

г) в 2 раза

8. Прирост мирового потребления, ожидаемого в течение следующих нескольких десятилетий, составит:

а) 85 %;

б) 90 %;

в) 65 %;

г) 70 %;

9. К активной экономии энергии применительно к действующим энергетическим и энергопотребляющим установкам относится:

а) теплоизоляция, теплопроводность, запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха, регулирование нагрузки

б) запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха, регулирование нагрузки

в) теплоизоляция, теплопроводность, теплопередача, побочная термодинамическая эффективность

г) теплоизоляция, теплопроводность, теплопередача, побочная термодинамическая эффективность, энергоэкономическое здание

10. Источники энергии должны обладать свойствами:

а) быть возобновляемыми

б) экологически чистыми

в) не приводить к потере тепловой энергии в окружающую среду

г) быть возобновляемыми и экологически чистыми

## **Тест № 2 раздела «Системный многокритериальный анализ эффективности функционирования химических производств»**

### **Вариант № 1**

1. Источники энергии должны обладать свойствами:

а) быть возобновляемыми

б) экологически чистыми

в) не приводить к потере тепловой энергии в окружающую среду

г) быть возобновляемыми и экологически чистыми

2. К общим закономерностям энергосбережения относятся:

а) энергосбережение и экономичность при создании систем транспортировки, ремонтпригодность конструкции, позволяющая быстро обнаружить и устранить неполадки и отказы в надежной работе

б) эффективная теплоизоляция канала, надежно и долговечно работающая при условиях эксплуатации

в) малое гидравлическое сопротивление канала, по которому проходит транспортировка теплоносителя, что обеспечивает малую мощность, затрачиваемую на прокачку теплоносителя

г) все перечисленное

3. С уменьшением нагрузки ниже номинальной температура уходящих газов:

а) уменьшается

б) увеличивается

в) уменьшается, а затем резко увеличивается

г) увеличивается, а затем резко уменьшается

4. Горючие ВЭР представляют собой:

а) физическую теплоту основных и побочных продуктов, отходящих газов технологических агрегатов, а также систем охлаждения их элементов

б) потенциальную энергию газов, выходящих из технологических агрегатов с избыточным давлением, которое может быть использовано в утилизационных установках для получения других видов энергии

в) побочные газообразные продукты технологических процессов, которые могут быть использованы в качестве энергетического или технологического топлива

г) химическую теплоту основных и побочных продуктов, отходящих газов технологических агрегатов, а также систем охлаждения их элементов

5. Модель мировой экономики является средством анализа:

а) перспектив мировой энергетики

б) перспектив мировой энергетики и влияния на окружающую среду использования энергетических ресурсов

в) перспектив мировой энергетики, влияния на окружающую среду использования энергетических ресурсов и политических мер или изменений технологий

г) влияния на окружающую среду использования энергетических ресурсов и политических мер или изменений технологий

6. Энергосбережение – это:

а) сохранение на заданном уровне потребления энергии

б) уменьшение потребления топлива, тепловой и электрической энергии за счет их наиболее полного и рационального использования во всех сферах деятельности человека

в) уменьшение потребления топлива, тепловой и электрической энергии за счет их наиболее неполного и иррационального использования во всех сферах деятельности человека

г) повышение выработки тепловой и электрической энергии любыми путями

7. Удельное потребление энергии в нашей стране в среднем выше, чем в развитых странах:

а) в 3-4 раза

б) в 5-6 раз;

в) в 3-5 раз

г) в 2 раза

8. Энергетическая цепочка – это:

а) поток энергии от добычи (производства) первичного энергоресурса до конечного использования энергии

б) движение энергоресурсов в энергохозяйстве в направлении от источников к потребляемой энергии

в) запас энергии, необходимые для реализации мер по экономии единицы энергии в год без нежелательного изменения количества или качества выпускаемой продукции

г) количество энергии, которая была потреблена при производстве продукции или выполнении работы

9. Повышение технико-экономических показателей и развития теплоэнергетики происходит при:

а) энергосбережении систем производства

б) оптимизации систем производства

- в) энергосбережении и оптимизации
  - г) эффективности работы оборудования
10. К возобновляемым энергетическим ресурсам относят?
11. Коэффициент использования вторичных материальных ресурсов определяется как:
- а) отношение объема потребляемых вторичных ресурсов к общему их количеству
  - б) отношение объема потребляемых вторичных ресурсов к материальным ресурсам
  - в) отношение объема материальных ресурсов к объему потребляемых вторичных ресурсов
  - г) нет правильного ответа

### Вариант № 2

1. Удельная материалоемкость определяется как:

- а) отношение расхода основных видов материалов (сырья) на единицу технической характеристики изделия
- б) отношение единицы технической характеристики изделия на расход основных видов материалов

- в) нет правильного ответа
- г) возможны оба варианта.

2. Сырьем называются:

- а) предметы потребления трудоспособного населения
- б) предметы труда, на получение которых затрачен труд работников добывающих отраслей и сельского хозяйства

- в) средства труда добывающей промышленности
- г) нет правильного ответа

3. Общая материалоемкость определяется как:

- а) отношение расхода основных видов материалов (сырья) на физическую единицу готовой продукции
- б) стоимость всех потребленных материальных ресурсов, разделенная на стоимость товарной продукции

- в) отношение единицы технической характеристики изделия на расход основных видов материалов
- г) нет правильного ответа

4. На сколько групп и какие делятся факторы процесса ресурсосбережения?

- а) 2 группы: специального и косвенного воздействия
- б) 2 группы: прямого и косвенного воздействия
- в) 2 группы: прямого и специфического воздействия
- г) 3 группы: прямого, косвенного, специфического воздействия

5. Важнейшим инструментом изыскания внутрипроизводственных резервов экономии и рационального использования материальных ресурсов является

- а) экономический анализ
- б) финансовый отчет
- в) оценка потребности предприятий в материальных ресурсах
- г) количественное измерение

6. Общий расход материальных ресурсов - это

- а) потребление отдельных видов материальных ресурсов
- б) ресурсы, произведенные за отчетный год
- в) это потребление отдельных видов или вместе взятых материальных ресурсов на выполнение всей производственной программы в отчетном периоде
- г) нет правильного ответа

7. Искусство управления запасами заключается в:

- а) оптимизации общего размера и структуры запасов ТМЦ
- б) минимизации затрат по их обслуживанию
- в). обеспечении эффективного контроля за их движением
- г) все ответы верны.

8. Что более важно знать для организации, в которой проводятся мероприятия по снижению энергосбережения?

- а) эффективность
- б) экономический эффект

- в) собственный капитал
  - г) и эффективность, и экономический эффект
9. Какой из способов решения проблемы истощения ресурсов наиболее рациональный?

рот

- а) поиск новых источников традиционных ресурсов и вовлечение их в хозяйственный оборот
- б) Переход на новые виды ресурсов, способные заменить традиционные ресурсы
- в) применение ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих снижение потребности в ресурсах

ресурсах

- г) поиск новых поставщиков, способных обеспечить поставки
10. Какого типа метода управления ресурсосбережением на предприятии не существует?
- а) инженерно-технологические
  - б) экономические
  - в) социально-психологические
  - г) автоматически

#### Критерии оценки тестовых заданий:

1. Полнота знаний теоретического контролируемого материала.
2. Количество правильных ответов.

#### Шкала оценки тестовых заданий по разделам 1 и 2

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
90-100 % правильных ответов	5
80-89 % правильных ответов	4
70-79 % правильных ответов	3
менее 70 % правильных ответов	1 - 2

Промежуточная аттестация осуществляется в форме экзамена.

#### Вопросы выходного контроля (экзамен)

1. Энерго-сырьевая база Российской Федерации.
2. Экономические аспекты ресурсоэнергосбережения.
3. Ресурсоэффективность в контексте экологической безопасности.
4. Энергетический метод. Энтروпийный метод.
5. Анализ химико – технологических систем (ХТС). Приемы ресурсоэнергосбережения в ХТС
6. Эксергия тепла. Потери эксергии. Расчетные формулы для потоков эксергии.
7. Сырьевая база химической промышленности.
8. Энергетические ресурсы химической промышленности.
9. Источники энергии и рациональное их использование.
10. Использование вторичных энергетических ресурсов.
11. Потребление энергии в химических производствах.
12. Принципы использования вторичных энергоматериальных ресурсов.
13. Основные принципы энергоресурсосбережения при водопользовании.
14. Уравнение Гюи-Стодолы.
15. Расчёт эксергии и её составляющих.
16. Анализ эффективности использования энергии при смешении потоков.
17. Рекуперация тепла в сложных энерготехнологических схемах.
18. Технические средства утилизации тепла.
19. Источники энергии и рациональное их использование.
20. Энерготехнологические системы использования теплоты химических реакций.
21. Атомные энерготехнологические установки.
22. Общая оценка ресурсоэффективности.
23. Подходы (критерии) к определению ресурсоэффективности.
24. Аксиология ресурсоэффективности.
25. Формационный подход К. Маркса.
26. Культурологический подход О. Шпенглера.
27. Цивилизационный подход А. Тойнби.



28. Этногенетический подход Л. Гумилева.
29. Глобальный ресурсоэкологический кризис. Концепция устойчивого развития.
30. Главные ресурсы, обеспечивающие жизнь на Земле.
31. Регулирование природопользования и недропользования.
32. Нормативно-правовое регулирование развития возобновляемой энергетики.
33. Инструменты для повышения эффективности использования ресурсов.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Освоение компетенций	Требования к знаниям
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Итоговая оценка выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	D
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

#### Основная литература:

1. Захаров М. К. Энергосберегающая ректификация: учебное пособие / М. К. Захаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 252 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/169047>
2. Байтасов Р.Р. Основы энергосбережения: уч. пособие для вузов / Р.Р. Байтасов. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 188 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/147311/#2>
3. Салова Т.Ю. Термические методы переработки органических отходов. Источники возобновляемой энергии: монография / Т.Ю. Салова, Н.Ю. Громова, Е.А. Громова. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2016. – 182 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/162794>
4. Денисов В.В. Основы природопользования и энергоресурсосбережения: учеб. пособие / под ред. В.В. Денисова. – 2 изд., стер. – СПб: Изд-во Лань, 2019. - 408 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/113632/#2>

#### Дополнительная литература:

5. Кузнецова И.М., Харлампики Х.Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 384 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/45973/#2>

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- процесс реализации образовательной программы по дисциплине «Ресурсо- и энергосбережение в технологии неорганических веществ» в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения;

- перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины:

- Электронная библиотека образовательных и просветительских изданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: НЭБ — Национальная электронная библиотека, свободный.

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Мультимедийный курс лекций, видеофильмы, макеты и плакаты.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### *1. Указания для прослушивания лекций*

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

#### *2. Указания для участия в практических занятиях*

Перед посещением практического занятия уяснить тему и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

#### *3. Указания для выполнения самостоятельной работы*

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### *1. Указания для проведения лекций*

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, до-

стигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к следующей лекции. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## *2. Указания для проведения практических занятий.*

При подготовке к практическому занятию преподавателю необходимо уточнить план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с новыми публикациями по теме практического занятия. Можно завести рабочую тетрадь, в которой учитывать посещаемость занятий студентами и оценивать их выступления в соответствующих баллах.

Оказывать методическую помощь студентам в подготовке докладов и рефератов по актуальным вопросам обсуждаемой темы. В ходе практического занятия во вступительном слове раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса.

Дать возможность выступить всем желающим, а также предложить выступить тем студентам, которые по тем или иным причинам пропустили лекционное занятие или проявляют пассивность. Целесообразно в ходе обсуждения учебных вопросов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем. Поощрять выступления с места в виде кратких дополнений и постановки вопросов выступающим и преподавателю. В заключительной части практического занятия следует подвести его итоги: дать объективную оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного практического занятия. Ответить на вопросы студентов. Назвать тему очередного занятия.

## *3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов*

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил: доцент, Герасимова В.М.

Рецензент: доцент, Зубова Н.Г.

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология».

Председатель учебно-методической комиссии Чернова Н.М.