

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

А.А. Нанфилов
2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГО-РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Направление подготовки 18.03.02. "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии";

Профиль/программа подготовки « Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудо- емкость зач. ед./час.	Лекций, час.	Лаборат. работ, час.	Практиче- ские заня- тия, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет), час
5	6/216	18	-	36	117	Экзамен, 45
6	3/108	18	-	36	54	Зачет
Итого	9/324	36	-	72	171	Экзамен 45, зачет

Владимир, 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс “Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения” предполагает ознакомление с основами теории энерго- и ресурсосбережения в химико-технологических процессах, биотехнологии и нефтехимии, изучение основ производства материалов и изделий с минимальными затратами энергетических и сырьевых ресурсов. При изучении курса закладываются основы и общее представление о технологических дисциплинах, которые при последующем обучении будут развиты при чтении курсов специальных дисциплин. Для понимания фактического материала необходимо знание основ физической химии.

Курс имеет целью сформировать основы теоретического мышления, раскрыть взаимосвязи между развитием химической науки и технологии производства целевых продуктов с энергетическими затратами на их производство, развить у студентов творческое отношение по освоению энерго- и ресурсосберегающих технологии переработки сырья в продукты целевого назначения. Курс должен обеспечить в полной мере понимание студентами целей и задач теоретических основ энерго- и ресурсосбережения, изучение основ производства материалов и изделий из них, практическое и научное приложение полученных знаний.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана подготовки бакалавра. Курс “Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения” предваряет базовую подготовку студентов по химико-технологическим дисциплинам.

Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего обучения по дисциплинам: химические реакторы, моделирование энерго- ресурсосберегающих процессов в химической технологии, биохимии и нанотехнологии.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать

- основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, (ОПК- 2, ПК-14);
- применять методы математического анализа и моделирования, (ОПК- 2, ПК-14);
- теоретического и экспериментального исследования, (ОПК- 2, ПК-14);

2) Уметь:

- обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов получения наночастиц и материалов, (ОПК- 2, ПК-14);
- применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, (ОПК- 2, ПК-14);

3) Владеть:

- методологией применения современных методов исследования технологических процессов и природных сред, (ОПК- 2, ПК-14);
- методологией использования компьютерные средства в научно-исследовательской работе, (ОПК- 2, ПК-14);

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

(ОПК-2) способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

(ПК-14) способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единицы, 324 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая само- стоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с приме- нением инте- ративных методов (в часах / %)	Формы текуще- го контроля успеваемости (по неделям семестра) , форма проме- жуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
5 семестр												
1	Тема 1 Проблемы энергосбе- режения	5	1-2	2		4			13		2/33,3	
2	Тема 2. Источники энергии	5	3-4	2		4			13		2/33,3	

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
3	Тема 3 Вторичные энергоресурсы	5	5-6	2		4			13		2/33,3	Рейтинг-контроль 1
4	Тема 4. Тепло-энерготехнологии в химической промышленности	5	7-8	2		4			13		2/33,3	
5	Тема 5. Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения	5	9-10	2		4			13		2/33,3	
6	Тема 6. Общие понятия о термодинамике		11-12			4			13		2/33,3	Рейтинг-контроль 2
7	Тема 7 Эксергия вещества и энергии	5	13-14	2		4			13		2/33,3	
8	Тема 8. Химическая эксергия	5	15-16	2		4			13		2/33,3	
9	Тема 9. Эксергия потоков энергии	5	17-18	2		4			13		2/33,3	Рейтинг-контроль 3
Итого в 5 семестре			216 ч	18		36			117		18/33,3	Экзамен, 45

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра		Виды учебной работы, включая само- стоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с приме- нением ин- терактивных методов (в часах / %)	Формы текуще- го контроля успеваемости (по неделям семестра) , форма проме- жуточной аттестации (по семестрам)
					Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
6 семестр													
10	Тема 10 Эксергия и эксергети- ческий ана- лиз	6	1-2	2		4			6		2/33,3		
11	Тема 11. Понятие о термоди- намиче- ском про- цессе	6	3-4	2		4			6		2/33,3		
12	Тема 12 Произ- вольный обрати- мый тер- модина- мический процесс	6	5-6	2		4			6		2/33,3	Рейтинг- контроль 1	
13	Тема 13 Термоди- намиче- ские мето- ды иссле- дования ЭХТС	6	7-8	2		4			6		2/33,3		
14	Тема 14 Примене- ние тепло- вых ВЭР для произ- водства тепла и малых ко- личеств работы	6	9- 10	2		4			6		2/33,3		

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
15	Тема 15 Принципы использования высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты	6	11-12	2		4			6		2/33,3	Рейтинг-контроль 2
16	Тема 16. Оценка эффективности работы теплоэнергоснабжения	6	13-14	2		4			6		2/33,3	
17	Тема 17 Синтез и структурный анализ ЭХТС	6	15-16	2		4			6		2/33,3	
18	Тема 18 Анализ и оптимизация энергохимикотехнологических систем	6	17-18	2		4			6		2/33,3	Рейтинг-контроль 3
Итого в 6 семестре			108ч	18		36			54		18/33,3	Зачет
Всего к курсу			324 ч	36		72			171		36/33,3	Экзамен, зачет

4.1. Теоретический курс
(мультимедийное сопровождение)

5 семестр

Лекция 1 Проблемы энергосбережения

Вопросы: 1. Актуальность проблемы энергосбережения. 2. Проблемы использования органических видов топлива. 3. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов. 4. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов. 5. Введение в химико-технологические системы энергетических установок. 6. Эксергия. Эксергетический метод. 7. Виды энергии.

Лекция 2. Источники энергии

Вопросы: 1. Главный источник энергии. 2. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта. 3. Полные сквозные энергозатраты. 4. Ресурсы общих запасов энергии. 5. Возобновляемые источники энергии. 6. Первичные и вторичные энергетические ресурсы. 7. Топливо-энергетические ресурсы (ГЭР). 8. Использование энергетических ресурсов.

Лекция 3. Вторичные энергоресурсы

Вопросы: 1. Источники вторичных энергоресурсов. 2. Вторичные энергоресурсы избыточного давления. 3. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы. 4. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Классификация. 5. Направления расходования теплоты в химической промышленности. 6. Утилизация низкотемпературных ВЭР. 7. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему.

Лекция 4. Тепло-энерготехнологии в химической промышленности

Вопросы: 1. Общее понятие химической технологии. 2. Тенденции развития химической технологии. 3. Энергоснабжение химических предприятий. 4. Схема энергетического предприятия. 5. Источники сбросной теплоты. 6. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией.

Лекция 5. Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения

Вопросы: 1. Основные практические критерии. 2. Основное положение энергосбережения. 3. Положения энергосбережения. 4. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация. 5. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация в комплексном многоцелевом производстве.

Лекция 6. Общие понятия о термодинамике

Вопросы: 1. Основное содержание термодинамики. 2. Подразделение термодинамики на направления науки. 3. Виды обмена энергией. 4. Термодинамические системы. 5. Термодинамические параметры состояния системы. 6. Термодинамические процессы. 7. Параметры состояния идеального газа. 8. Уравнения состояния идеального газа.

Лекция 7 Эксергия вещества и энергии

Вопросы: 1. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. 2. Организованная энергия. 3. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 4. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 5. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 6. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 7. Концентрационная эксергия

Лекция 8. Химическая эксергия

Вопросы: 1. Химико-технологические системы. 2. Определение химической эксергии. 3. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды. 4. Выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования. 5. Классификация открытых технических систем по процессам. 6. Процессы в системах второй группы. 7. Процессы в системах третьей и четвертой групп. 8. Реакционная эксергия сложного вещества. 9. Концентрационная составляющая химической эксергии.

Лекция 9. Эксергия потоков энергии

Вопросы: 1. Эксергия теплового потока. 2. Эксергетическая температура. 3. Эксергия потока излучения. 4. Эксергетические балансы. 5. Определение значений эксергетических потерь. 6. Общие свойства эксергетического баланса. 7. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.

4.2. Перечень тем практических занятий 5 семестра

№ п/п	Наименование	Продолжительность, час
Тема 1	Практика 1 Проблемы энергосбережения Вопросы: 1. Актуальность проблемы энергосбережения. 2. Проблемы использования органических видов топлива. 3. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов. 4. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов. 5. Введение в химико-технологические системы энергетических установок. 6. Эксергия. Эксергетический метод. 7. Виды энергии.	4
Тема 2	Практика 2 Источники энергии Вопросы: 1. Главный источник энергии. 2. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта. 3. Полные сквозные энергозатраты. 4. Ресурсы общих запасов энергии. 5. Возобновляемые источники энергии. 6. Первичные и вторичные энергетические ресурсы 7. Топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) 8. Использование энергетических ресурсов	4
Тема 3	Практика 3 Вторичные энергоресурсы Вопросы: 1. Источники вторичных энергоресурсов. 2. Вторичные энергоресурсы избыточного давления. 3. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы. 4. Тепловые источники вторичных энергоре-	4

	сурсов. Классификация. 5. Направления расходования теплоты в химической промышленности. 6. Утилизация низкотемпературных ВЭР. 7. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему	
Тема 4	Практика 4 Тепло-энерготехнологии в химической промышленности Вопросы: 1.Общее понятие химической технологии. 2 Тенденции развития химической технологии. 3. Энергоснабжение химических предприятий 4. Схема энергетического предприятия. 5. Источники сбросной теплоты. 6. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией	4
Тема 5	Практика 5 Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения Вопросы: 1. Основные практические критерии. 2. Основное положение энергосбережения. 3. Положения энергосбережения. 4.Эксергетическая технико-экономическая оптимизация. 5. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация в комплексном многоцелевом производстве	4
Тема 6	Практика 6 Общие понятия о термодинамике Вопросы: 1. Основное содержание термодинамики 2. Подразделение термодинамики на направления науки. 3. Виды обмена энергией. 4. Термодинамические системы. 5. Термодинамические параметры состояния системы. 6. Термодинамические процессы. 7. Параметры состояния идеального газа. 8. Уравнения состояния идеального газа.	4
Тема 7	Практика 7 Эксергия вещества и энергии Вопросы: 1. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. 2. Организованная энергия. 3. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 4. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 5. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 6. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 7. Концентрационная эксергия	4
Тема 8	Практика 8 Химическая эксергия Вопросы: 1. Химико-технологические системы. 2. Определение химической эксергии. 3. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды. 4. Выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования. 5. Классификация открытых технических систем по процессам. 6. Процессы в системах второй группы. 7. Процессы в системах третьей и четвертой групп. 8. Реакционная эксергия сложного вещества. 9.Концентрационная составляющая химической эксергии.	4
Тема 9	Практика 9 Эксергия потоков энергии Вопросы: 1. Эксергия теплового потока. 2. Эксергетическая температура. 3. Эксергия потока излучения. 4. Эксергетические балансы. 5. Определение значений эксергетических потерь. 6. Общие свойства эксергетического баланса. 7. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.	4
Всего, час.		36

4.3. 6 семестр, теоретический курс

Лекция 10. Эксергия и эксергетический анализ

Вопросы: 1. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды. 2. Понятие эксергии. 3. Современное толкование понятия термина "эксергия". 4. Эксергические функции. 5. Понятие "техническая система". 6. Окружающая среда и источники вещества и энергии. 7. Технические системы подвергасмые эксергетическому анализу

Лекция 11. Понятие о термодинамическом процессе

Вопросы: 1. Термодинамический процесс. 2. Равновесные процессы. 3. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты. 4. Произвольный обратимый процесс в u - p и s - T координатах. 5. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.

Лекция 12. Произвольный обратимый термодинамический процесс

Вопросы: 1. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. 2. Внутренняя энергия системы. 3. Энтальпия. 4. Энтропия. 5. Первый закон термодинамики. 6. Кинетическая и потенциальная энергии.

Лекция 13. Термодинамические методы исследования ЭХТС

Вопросы: 1. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов. 2. Методы исследования энергетических превращений в технических системах. 3. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС. 4. Эксергетический метод анализа. 5. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой. 6. Свободная и связанная энергия. 7. Термодинамические потенциалы. 8. Соотношения между термодинамическими потенциалами. 9. Параметры состояния и функции

Лекция 14. Применение тепловых ВЭР для производства тепла и малых количеств работы

Вопросы: 1. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта. 2. Распределение тепловых потоков. 3. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты.

Лекция 15. Принципы использования высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты

Вопросы: 1. Модельная высокотемпературная энергохимикотехнологическая схема. 2. Использование высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты.

Лекция 16. Оценка эффективности работы теплоэнергоснабжения

Вопросы: 1. Оценка термодинамического совершенства технических систем. 2. Термический КПД паросиловой установки. 3. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки.

4. Эксергетический КПД. 5. Технические системы энергоснабжения.

Лекция 17. Синтез и структурный анализ ЭХТС

1. Преимущество эксергетического метода анализа. 2. Эксергетический баланс агрегата синтеза аммиака 3. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса 4. Использование эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС. 5. Эксергетический баланс теплообменного аппарата. 6. Потери эксергии в основных элементах агрегата синтеза аммиака 7. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс. 8. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс. 9. Результаты расчета паросиловой установки, встроенной в химико-технологическую схему. 10. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем. 11. Термодинамическая оптимизация.

Лекция 18. Анализ и оптимизация энерго-химико-технологических систем

Вопросы: 1. Общие положения анализа. 2. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС 3. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов 4. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов. 5. Термодинамический анализ. 6. Уровни анализа.

4.5. Перечень тем практических занятий 6 семестра

№ п/п	Наименование	Время, час
Тема 10	Эксергия и эксергетический анализ Вопросы: 1. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды. 2. Понятие эксергии. 3. Современное толкование понятия термина "эксергия". 4. Эксергические функции. 5. Понятие "техническая система". 6. Окружающая среда и источники вещества и энергии. 7. Технические системы подверженные эксергетическому анализу	4
Тема 11	Понятие о термодинамическом процессе Вопросы: 1. Термодинамический процесс. 2. Равновесные процессы. 3. Понятие обобщенной силы и обобщенной координаты. 4. Произвольный обратимый процесс в vp - и sT - координатах. 5. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике.	4
Тема 12	Произвольный обратимый термодинамический процесс Вопросы: 1. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. 2. Внутренняя энергия системы. 3. Энтальпия. 4. Энтропия. 5. Первый закон термодинамики. 6. Кинетическая и потенциальная энергии	4

Тема 13	Термодинамические методы исследования ЭХТС Вопросы: 1. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов. 2. Методы исследования энергетических превращений в технических системах. 3. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС. 4. Эксергетический метод анализа. 5. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой. 6. Свободная и связанная энергия. 7. Термодинамические потенциалы. 8. Соотношения между термодинамическими потенциалами. 9. Параметры состояния и функции	4
Тема 14	Применение тепловых ВЭР для производства тепла и малых количеств работы Вопросы: 1. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта. 2. Распределение тепловых потоков. 3. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты.	4
Тема 15	Принципы использования высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты. Вопросы: 1. Модельная высокотемпературная энергохимикотехнологическая схема. 2. Использование высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты.	4
Тема 16	Оценка эффективности работы теплоэнергоснабжения Вопросы: 1. Оценка термодинамического совершенства технических систем. 2. Термический КПД паросиловой установки. 3. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки. 4. Эксергетический КПД. 5. Технические системы энергоснабжения.	4
Тема 17	Синтез и структурный анализ ЭХТС. 1. Преимущество эксергетического метода анализа. 2. Эксергетический баланс агрегата синтеза аммиака. 3. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса. 4. Использование эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС. 5. Эксергетический баланс теплообменного аппарата. 6. Потери эксергии в основных элементах агрегата синтеза аммиака. 7. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс. 8. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс. 9. Результаты расчета паросиловой установки, встроенной в химико-технологическую схему. 10. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем. 11. Термодинамическая оптимизация.	4
Тема 18	Анализ и оптимизация энерго-химико-технологических систем Вопросы: 1. Общие положения анализа. 2. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС. 3. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов. 4. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов. 5. Термодинамический анализ. 6. Уровни анализа.	4
Всего, час.		36

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине « Теоретические основы энерго-ресурсосбережения» используются различные образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии, направленные на овладение большим запасом

знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении практических работ,

Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по практическим работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении практических занятий: метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при чтении лекций: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

В рамках работы над содержанием дисциплины использованы следующие формы работ:

- публичная защита рефератов;
- научные студенческие конференции по итогам защиты рефератов;
- практические занятия.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки качества знаний студентов по дисциплине «Теоретические основы энерго- ресурсосбережения»

5 семестр

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (выполнение заданий и ответы на контрольные вопросы). Максимальная оценка по одному рейтингу 10 баллов (30 баллов за 3 рейтинга), максимальная оценка по всему комплексу практических занятий в семестре при сдаче работ в установленные сроки (18 занятий) – 18 баллов; посещение лекционных занятий (9 занятий = 12 баллов, 8 занятий = 8 б; 7 занятий = 6 б; 6 занятий = 2 б.; 5 занятий и менее = 0 б. Максимальная оценка при ответе на вопросы экзаменационного билета = 40 баллов. Максимальный суммарный оценочный балл = 100 б.

Рейтинг-контроль № 1

1. Актуальность проблемы энергосбережения. 2. Проблемы использования органических видов топлива. 3. Стратегические подходы и методы рационального использования энергоресурсов. 4. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов. 5. Введение в химико-технологические системы энергетических установок. 6. Эксергия. Эксергетический метод. 7. Виды энергии. 8. Главный источник энергии. 9. Классификация видов энергии для определения энергоемкости производства технологического продукта. 10. Полные сквозные энергозатраты. 11. Ресурсы общих запасов энергии. 12. Возобновляемые источники энергии. 13. Первичные и вторичные энергетические ресурсы. 13. Топливно-энергетические ресурсы (ТЭР). 14. Использование энергетических ресурсов. 15. Источники вторичных энергоресурсов. 16. Вторичные энергоресурсы избыточного давления. 17. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы. 18. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Классификация. 19. Направления расходования теплоты в химической промышленности. 20. Утилизация низкотемпературных ВЭР. 21. Принципы встраивания энерготехнологического оборудова-

ния в химико-технологическую схему.

Рейтинг-контроль № 2.

1. Общее понятие химической технологии. 2. Тенденции развития химической технологии. 3. Энергоснабжение химических предприятий. 4. Схема энергетического предприятия. 5. Источники сбросной теплоты. 6. Схема химического производства с совмещенной энергетической и химической технологией. 7. Основные практические критерии. 8. Основное положение энергосбережения. 9. Положения энергосбережения. 10. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация. 11. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация в комплексном многоцелевом производстве. 12. Основное содержание термодинамики. 13. Подразделение термодинамики на направления науки. 14. Виды обмена энергией. 15. Термодинамические системы. 16. Термодинамические параметры состояния системы. 17. Термодинамические процессы. 18. Параметры состояния идеального газа. 19. Уравнения состояния идеального газа.

Рейтинг-контроль № 3.

1. Процессы преобразования энергии и вещества в ЭХТС. 2. Организованная энергия. 3. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 4. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 5. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 6. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 7. Концентрационная эксергия. 8. Химико-технологические системы. 9. Определение химической эксергии. 10. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды. 11. Выбор точки отсчета в окружающей среде, предъявляемые требования. 12. Классификация открытых технических систем по процессам. 13. Процессы в системах второй группы. 14. Процессы в системах третьей и четвертой групп. 15. Реакционная эксергия сложного вещества. 16. Концентрационная составляющая химической эксергии. 17. Эксергия теплового потока. 18. Эксергетическая температура. 19. Эксергия потока излучения. 20. Эксергетические балансы. 21. Определение значений эксергетических потерь. 22. Общие свойства эксергетического баланса. 23. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.

6.2 Перечень тем самостоятельных занятий 5 семестра

Тема 1	Проблемы энергосбережения
Тема 2	Источники энергии
Тема 3	Вторичные энергоресурсы
Тема 4	Тепло-энерготехнологии в химической промышленности
Тема 5	Общая методология решения задач энерго- и ресурсосбережения

Тема 6	Общие понятия о термодинамике
Тема 7	Эксергия вещества и энергии
Тема 8	Химическая эксергия
Тема 9	Эксергия потоков энергии

6.3. Вопросы к экзамену в 5 семестре

1. Актуальность проблемы энергосбережения. 2. Влияние промышленного производства на истощение природных ресурсов. 3. Классификация видов энергии для определения энергоёмкости производства технологического продукта, ресурсы общих запасов энергии
4. Эксергия. Эксергетический метод. 5. Возобновляемые источники энергии, первичные и вторичные энергетические ресурсы 6. Источники вторичных энергоресурсов. 7. Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР) 8. Горючие (топливные) вторичные энергоресурсы.
9. Тепловые источники вторичных энергоресурсов. Классификация. 10. Направления расходования теплоты в химической промышленности. 11. Утилизация низкотемпературных ВЭР.
12. Принципы встраивания энерготехнологического оборудования в химико-технологическую схему. 13. Общее понятие химической технологии. 14. Тенденции развития химической технологии. 15. Энергоснабжение химических предприятий 16. Схема энергетического предприятия, источники сбросной теплоты. 17. Схема химического производства с совмещённой энергетической и химической технологией. 18. Основные практические критерии, положения энергосбережения. 19. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация. 20. Эксергетическая технико-экономическая оптимизация в комплексном многоцелевом производстве
21. Основное содержание термодинамики, подразделение термодинамики на направления науки. 22. Виды обмена энергией, термодинамические системы. 23. Термодинамические параметры состояния системы, термодинамические процессы. 24. Параметры состояния идеального газа, уравнения состояния идеального газа. 25. Процессы преобразования энергии и вещества в ОХТС, организованная энергия. 26. Зависимость эксергии от формы энергетических взаимодействий. 27. Термомеханическая эксергия вещества проточной системы. 28. Эксергия потока вещества – функция состояния системы. 29. Эксергия вещества в закрытой термодинамической системе. 30. Концентрационная эксергия. 31. Химико-технологические системы, определение химической эксергии. 32. Общий способ выбора модели локальной окружающей среды. 33. Классификация открытых технических систем по процессам. 34. Процессы в системах второй группы. 35. Процессы в системах третьей и четвертой групп. 36. Реакционная эксергия сложного вещества. 37. Концентрационная составляющая химической эксергии. 38. Эксергия

теплового потока, эксергетическая температура. 39. Эксергия потока излучения, эксергетические балансы. 40. Определение значений эксергетических потерь. 41. Общие свойства эксергетического баланса. 42. Эксергетические характеристики химико-технологических систем.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы экзаменационного билета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы экзаменационного билета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;

- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;

- оценка «неудовлетворительно») выставляется за отсутствие ответов на два вопроса билета, или неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

Таблица

Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

Итоговый рейтинговый балл	Оценка
≥ 91	отлично
75-90	хорошо
61-74	удовлетворительно
< 60	неудовлетворительно

**6.4. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки
качества знаний студентов по дисциплине «Теоретические основы
энерго- ресурсосбережения»**

6 семестр

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (выполнение заданий и ответы на контрольные вопросы). Максимальная оценка по одному рейтингу 10 баллов (30 баллов за 3 рейтинга), максимальная оценка по всему комплексу практических занятий в семестре при сдаче работ в установленные сроки (18 занятий) – 18 баллов; посещение лекционных занятий (9 занятий = 12 баллов, 8 занятий = 8 б; 7 занятий = 6 б; 6 занятий = 2 б.; 5 занятий и менее = 0 б. Максимальная оценка при ответе на вопросы зачета = 40 баллов. Максимальный суммарный оценочный балл = 100 б.

Рейтинг-контроль № 1

1. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды. 2. Понятие эксергии. 3. Современное толкование понятия термина "эксергия". 4. Эксергические функции. 5. Понятие "техническая система". 6. Окружающая среда и источники вещества и энергии. 7. Технические системы подверженные эксергетическому анализу. 8. Термодинамический процесс. 9. Равновесные процессы, понятие обобщенной силы и обобщенной координаты. 10. Произвольный обратимый процесс в vp - и sT - координатах. 11. Фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике. 12. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой. 13. Внутренняя энергия системы. 14. Энтальпия. 15. Энтропия. 16. Первый закон термодинамики, кинетическая и потенциальная энергии.

Рейтинг-контроль № 2.

1. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов. 2. Методы исследования энергетических превращений в технических системах. 3. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС. 4. Эксергетический метод анализа. 5. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой. 6. Свободная и связанная энергия. 7. Термодинамические потенциалы. 8. Соотношения между термодинамическими потенциалами. 9. Параметры состояния и функции. 10. Модельная тепловая энергохимикотехнологическая схема производства целевого продукта. 11. Распределение тепловых потоков. 12. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты. 13. Модельная высокотемпера-

турная энергохимикотехнологическая схема. 14. Использование высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты.

Рейтинг-контроль № 3

1. Оценка термодинамического совершенства технических систем. 2. Термический КПД паросиловой установки. 3. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки. 4. Эксергетический КПД. 5. Технические системы энергоснабжения. 6. Преимущество эксергетического метода анализа. 7. Эксергетический баланс агрегата синтеза аммиака. 8. Потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса. 9. Использование эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС. 10. Эксергетический баланс теплообменного аппарата. 11. Потери эксергии в основных элементах агрегата синтеза аммиака. 12. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс. 13. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс. 14. Результаты расчета паросиловой установки, встроенной в химико-технологическую схему. 15. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем. 16. Термодинамическая оптимизация. 17. Общие положения анализа. 18. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС. 19. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов. 20. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов. 21. Термодинамический анализ. 22. Уровни анализа.

6.5 Перечень тем самостоятельных занятий 6 семестра

Тема 10	Эксергия и эксергетический анализ
Тема 11	Понятие о термодинамическом процессе
Тема 12	Произвольный обратимый термодинамический процесс
Тема 13	Термодинамические методы исследования ЭХТС
Тема 14	Применение тепловых ВЭР для производства тепла и малых количеств работы
Тема 15	Принципы использования высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты.
Тема 16	Оценка эффективности работы теплоэнергоснабжения
Тема 17	Синтез и структурный анализ ЭХТС
Тема 18	Анализ и оптимизация энерго-химико-технологических систем

6.6. Вопросы к зачету в 6 семестре

1. Развитие идеи о потенциале, включающем параметры среды. 2. Понятие эксергии, современное толкование понятия термина "эксергия", эксергические функции. 3. Понятие "техническая система", окружающая среда и источники вещества и энергии.

4. Технические системы подвергаемые эксергетическому анализу . 5. Термодинамический процесс, равновесные процессы, понятие обобщенной силы и обобщенной координаты.
6. Произвольный обратимый процесс в u - p и s - T координатах, фундаментальные процессы в классической равновесной термодинамике. 7. Основные функции состояния, аддитивность, взаимосвязь между собой, внутренняя энергия системы. 8. Энтальпия, энтропия.
9. Первый закон термодинамики, кинетическая и потенциальная энергии. 10. Анализ и оптимизация рабочих процессов технических объектов. 11. Методы исследования энергетических превращений в технических системах. 12. Применение метода термодинамических потенциалов для анализа и оптимизации ЭХТС. 13. Эксергетический метод анализа. 14. Связь эксергии и термодинамических потенциалов между собой. 15. Свободная и связанная энергия.
16. Термодинамические потенциалы, соотношения между термодинамическими потенциалами, Параметры состояния и функции. 17. Модельная тепловая энерго-химико-технологическая схема производства целевого продукта, распределение тепловых потоков. 18. Использование тепловых ВЭР для выработки работы и теплоты. 19. Модельная высокотемпературная энерго-химико-технологическая схема. 20. Использование высокотемпературных ВЭР для выработки работы и теплоты. 21. Оценка термодинамического совершенства технических систем, термический КПД паросиловой установки. 22. Коэффициент преобразования энергии холодильной установки, эксергетический КПД. 23. Технические системы энергоснабжения, преимущество эксергетического метода анализа. 24. Эксергетический баланс агрегата синтеза аммиака, потери эксергии в аппаратах и реакторах технологического процесса. 25. Использование эксергетического и энтропийного методов анализа отдельных элементов и узлов наиболее часто встречающихся в ЭХТС.
26. Эксергетический баланс теплообменного аппарата. 27. Потери эксергии в основных элементах агрегата синтеза аммиака. 28. Принципиальная схема компрессора и термодинамический процесс. 29. Принципиальная схема и цикл Ренкина энергетической установки, встроенной в химико-технологический процесс. 30. Результаты расчета паросиловой установки, встроенной в химико-технологическую схему. 31. Определение эксергии и анализ необратимых потерь для открытых систем. 32. Термодинамическая оптимизация. 33. Общие положения анализа. 34. Структурированный анализ и декомпозиция ЭХТС. 35. Схема ЭХТС с последовательным соединением элементов. 36. Схема ЭХТС с параллельным соединением элементов.
36. Термодинамический анализ. 38. Уровни анализа.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в конце 6 семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение

ние семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель руководствуется следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению при зачете (зачет, не зачет)

- оценка «зачет» выставляется за исчерпывающие ответы на вопросы билета зачета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;
- оценка «не зачтено» выставляется за отсутствие ответов на вопросы билета, и ответов при рейтинг- контроле

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

1. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, кондиционирования [Электронный ресурс] : Научное издание / Кокорин О.Я. - М. : Издательство АСВ, 2013. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939224.html>
2. Альтернативные источники энергии и энергосбережение. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы [Электронный ресурс] / В. Германович, А. Турилин. - СПб. : Наука и техника, 2014. Студенческая научная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943878527.html>
3. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Справочное пособие / Гогина Е.С., Гуринович А.Д., Урецкий Е.А. - М. : Издательство АСВ, 2012. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938715.html>
4. Ресурсосбережение в строительстве [Электронный ресурс] : Справочное пособие / Наназашвили И.Х., Наназашвили В.И. - М. : Издательство АСВ, 2012. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938609.html>

б) дополнительная литература

1. Стратегическое управление энергосбережением в промышленности [Электронный ресурс] / С.А. Михайлов. - М. : Финансы и статистика, 2010. Студенческая научная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279034949.html>

2. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2011. — 376 с. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755584.html>
3. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Данилов О.Л., Гаряев А.Б., Яковлев И.В. и др. - М. : Издательский дом МЭИ, 2011. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI60.html>
4. Основы инженерной экологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Денисов [и др.]; под ред. проф. В. В. Денисова. - Ростов н/Д : Феникс, 2013. Студенческая научная библиотека «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222210116.html>

в) периодические издания:

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;
- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

г) интернет-ресурсы:

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии;
- электронные библиотечные системы ВлГУ (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) аудитории кафедры для проведения практических занятий.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; профилю программы подготовки «Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов»

Рабочую программу составил

д.т.н., профессор Христофоров А.И.

Рецензент

зам. генерального директора по научно-технологическому развитию
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н
Лазарев Е.В.

(представитель работодателя)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ, пр№ 8 от 1.04.15

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; пр № 9 от 1.04.15

Председатель комиссии

д.т.н., профессор Панов Ю.Т.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.17 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой

Рецензия

на рабочую программу дисциплины «Теоретические основы энерго- ресурсосбережения» для бакалавриата направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения
профессора кафедры ХТ Христофорова А.И.

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофорова А.И. для бакалавриата направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале лекционного курса, тематике практических занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов заданий для проведения рейтинг-контроля, экзамена и зачета, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, практических занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Теоретические основы энерго- ресурсосбережения» профессора Христофорова А.И. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления 18.03.02.«Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензент:

зам. генерального директора по
научно-технологическому развитию
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Мазарев Е.В.