

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

**Энергосбережение в химической технологии, нефтехимии и
биотехнологии**

направление подготовки (специальность):

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

Направленность программы (профиль, специализация):

Энерго- и ресурсосберегающие процессы переработки твердых бытовых и
промышленных отходов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

**Институт: Строительного материаловедения и техносферной
безопасности**

Кафедра: Промышленной экологии

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20.11.2014 г., № 1480.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: к.т.н., ст. преподаватель  (Н.Ю. Кирюшина)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Промышленной экологии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

« 23 » марта 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«Промышленной экологии»

« 23 » марта 2015 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (С.В. Свергузова)

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСМиТБ

« 15 » апреля 2015 г., протокол № 8

Председатель, к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-8	Готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: правила проектирования и эксплуатации энергосберегающего оборудования и сооружений химического, нефтехимического и биотехнологического производств;</p> <p>Уметь: осуществлять выбор конструкционных материалов при проектировании оборудования химического, нефтехимического и биотехнологического производств;</p> <p>Владеть: навыками разработки технической и технологической документации, необходимой для выполнения проектных работ по разработке технологических схем химических, нефтехимических и биотехнологических производств.</p>
2	ПК-9	Способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные виды термодинамического анализа химико-технологических систем; - основные принципы и способы энергосбережения на химическом, нефтехимическом и биотехнологическом производстве. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать энергетическую эффективность производства; - выбирать рациональную схему производства продукта заданного качества и количества. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; - способами сбережения на химическом, нефтехимическом и биотехнологическом производстве.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующей дисциплины:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем.

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Преддипломная практика
2	Научно-исследовательская работа в семестре
3	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №3
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе::	68	68
лекции	17	17
лабораторные	51	51
практические	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	148	148
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	76	76
Курсовая работа	36	36
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ					
1	Основные понятия и определения: энергосбережение, энергосберегающее химическое производство. Методологические, химические, технологические и организационные принципы. Экономическое обоснование энергосберегающих технологий.	2	-	4	6
2	Проблемы энергосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии: - энергоемкость существующих технологических процессов в химической и нефтехимической технологии, биотехнологии; - пути энергосбережения на различных иерархических уровнях; - роль термодинамического подхода в решении задач энергосбережения в химическом, нефтехимическом и биотехнологическом производстве.	2	-	8	10
2. ФОРМИРОВАНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ					
	Энергетическая политика России. Нормативно-правовая база энергосбережения.	2	-	5	6
3. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ И ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ					
1	Термодинамические расчеты при проектировании технологического процесса. Расчет: энергетических эффектов, теоретически возможных температур процессов, максимальных степеней превращения и выхода продукта химической реакции, термодинамический выбор оптимальных условий проведения процесса.	3	-	6	10
2	Энтальпийный метод анализа ХТП и ХТС. Назначение анализа. Обобщенная информационная структура	2		6	8

	энергетического баланса. Методы расчета и формы представления энергетического баланса. Преимущества и недостатки энергетического баланса. Энтальпийный баланс как частный случай энергетического баланса.				
3	Эксергетический анализ ХТП и ХТС. Назначение анализа. Эксергетический баланс. Эксергия материальных и энергетических потоков. Классификация и взаимосвязь потерь эксергии. Расчет эксергетического к.п.д. Эксергетический анализ химических процессов, тепло- и массообменных процессов. Термодинамическая оптимизация тепло- и массообменных аппаратов на основе эксергетического метода. Коэффициент преобразования эксергии.	2		6	12
4. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ					
	Основные понятия и определения. Иерархическая структура производства химической, нефтехимической, биотехнологической продукции. Научно-обоснованные мероприятия, способы, приемы и операции энергосбережения.	1		6	10
	Основные принципы создания энергосберегающих производств. Технологические, аппаратурно-конструкционные, режимно-параметрические и организационно-технические приемы и операции. Смещение равновесия при обратимых реакциях, «замораживание системы», наилучшее использование движущей силы процесса (использование побочных разностей потенциала), уменьшение сопротивления химической реакции, уменьшение сопротивления массо- и теплопереносу, регенерация реагентов.	3		10	14
	ВСЕГО	17	-	51	76

4.2 Содержание практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Проблемы энергосбережения в химической технологии, нефтехимии,	Определение энтальпии растворения солей в воде. Определение энтальпии нейтрализации.	12	12

	биотехнологии	<p>Определение энтальпии гидратации кислоты.</p> <p>Определение энтальпии гидратации безводной соли.</p>		
2	Формирование нормативно-правовой базы энергосбережения	<p>Определение поля температур в помещении.</p> <p>Измерения и средства измерения давления.</p> <p>Определение относительной влажности атмосферного воздуха</p>	5	5
3	Термодинамический анализ химико-технологических производств и химико-технологических систем	<p>Определение средней теплоемкости строительных материалов методом смешения.</p> <p>Определение удельной энтальпии растворения неизвестной соли.</p> <p>Определение энтальпии образования одного моля твердого раствора из двух твердых компонентов при комнатной температуре.</p> <p>Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием в воде.</p> <p>Определение удельной энтальпии гидратации строительных материалов.</p> <p>Определение энтальпии гашения извести.</p>	18	18
4	Системный анализ основных способов энергосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	<p>Изучение зависимости давления насыщенных паров индивидуальных жидкостей от температуры.</p> <p>Построение диаграммы состояния двухкомпонентной системы с неограниченной растворимостью.</p> <p>Изучение зависимости растворимости малорастворимых веществ от температуры.</p> <p>Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе.</p> <p>Определение константы диссоциации одноосновного индикатора фотоколориметрическим методом.</p>	16	16
	ВСЕГО		51	51

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов
1	Проблемы энергосбережения в химической технологии, нефтехимии, биотехнологии	<ol style="list-style-type: none">1. Энергетические проблемы химической технологии.2. Мировой топливно-энергетический баланс.3. Энергетика России.4. Программа энергосбережения.5. Экологические проблемы как предпосылки развития энергосберегающих технологий.6. Регулирование продвижения энергосберегающих технологий.7. Этапы развития стратегии энергосбережения.8. Энергосбережение на основе возобновляемых источников энергии.9. Программа «Энергосбережение и повышение энергоэффективности на период до 2020 года» – основные положения.10. Опыт по энергосбережению в развитых странах: США, Германии, Франции. «Фактор четыре».11. Тепловые процессы на нефтеперерабатывающих предприятиях.12. Нагревающие и охлаждающие агенты.13. Высокотемпературные теплоносители.14. Энергоэффективность нефтеперерабатывающих предприятий.15. Экономия энергии на НПЗ.16. Перегонка нефти на нефтеперерабатывающем заводе.17. Внедрение теплоэнерготехнологии в химическую, нефтехимическую и биотехнологическую технологию.18. Энерготехнологические схемы химических производств.19. Процессы преобразования энергии в сберегающих устройствах химических технологий.20. Теоретические основы процессов тепломассопереноса в энерго- и ресурсосберегающих устройствах.21. Тенденции развития химической технологии.

		<p>22. Системные методы энергосбережения.</p> <p>23. Пути энергосбережения при разделении смесей ректификацией.</p> <p>24. Новые отечественные каталитические технологии для энерго- и ресурсосбережения.</p> <p>25. Термодинамические методы исследования ХТС.</p> <p>26. Термодинамические условия оптимальной работы теплообменных аппаратов.</p> <p>27. Теплоэнергоснабжение химических предприятий.</p>
2	Формирование нормативно-правовой базы энергосбережения	<p>28. Основные направления энергетической политики России.</p> <p>29. Международный стандарт в системе энергетического менеджмента</p> <p>30. Нормативно-правовая база энергосбережения.</p>
3	Термодинамический анализ химико-технологических производств и химико-технологических систем	<p>31. Основные методы анализа термодинамических систем.</p> <p>32. Метод тепловых балансов.</p> <p>33. Энтропийный метод анализа.</p> <p>34. Термодинамический анализ производства азотной кислоты.</p> <p>35. Термодинамический анализ производства продуктов нефтехимического синтеза.</p> <p>36. Использование тепла химических синтезов.</p> <p>37. Методы снижения термодинамической необратимости химических процессов и экономии энергетических ресурсов при их проведении.</p> <p>38. Значение и сравнительная оценка энтальпийного, энергетического и эксергетического балансов технологических систем.</p> <p>39. Назовите группы энергии по механизму их превращения.</p> <p>40. Эксергетический анализ химических процессов, тепло- и массообменных процессов.</p> <p>41. Определение значения эксергии для различных видов энергии.</p> <p>42. Метод приращения эксергий.</p> <p>43. Термомеханическая эксергия, понятие и определение.</p> <p>44. Химическая эксергия.</p> <p>45. Построение эксергетических диаграмм по методу приращений эксергетических тепловых потоков.</p>
4	Системный анализ основных способов энергосбережения в	<p>46. Иерархическая структура химических, нефтехимических, биотехнологических производств.</p> <p>47. Оптимизация энергохимикотехнологических</p>

	химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	систем. 48. Состояние и перспективы использования горючих, высокопотенциальных и низкопотенциальных вторичных энергоресурсов в химии, нефтехимии и биотехнологии. 49. Термодинамическая необратимость технологических процессов.
--	---	--

5.2. Перечень тем курсовых работ, их краткое содержание и объем.

На выполнение КР предусмотрено 36 часов самостоятельной работы студента.

Тема курсовой работы «Энерготехнологическое комбинирование как направление энергосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Курсовая работа состоит из нескольких разделов. Состав курсовой работы:

1. Литературный обзор.
2. Энерготехнологическая характеристика предприятия.
3. Подбор и описание технологической схемы производства.
4. Расчет материального баланса технологического процесса.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1 Перечень основной литературы

1. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Н. Климова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 180 с. — 978-5-4387-0380-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34743.html>

2. Туманов Ю.Н. Электротехнологии нового поколения в производстве неорганических материалов [Электронный ресурс]: экология, энергосбережение, качество/ Туманов Ю.Н. — Электрон. текстовые данные. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 807 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24446>.

3. Ганжа В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения [Электронный ресурс]: монография / В.Л. Ганжа. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2007. — 451 с. — 978-985-08-0810-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12310.html>

6.2 Перечень дополнительной литературы

1. Ведерникова М.И., Таланкин В.С., Панова Т.М. Общие требования к выполнению и оформлению курсовых и дипломных проектов (работ) ч. I и II, 2002. -106 с.

2. Экономия энергии в промышленности: Учеб. пособие / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов. — Н. Новгород: Нижегород. гос. тех. ун-т., НИЦЭ, 1998. — 220 с.

3. Лейтес И.Л. Теория и практика химической энерготехнологии / И.Л. Лейтес, М.Х. Сосна, В.П. Семенов. — М.: Химия, 1988. — 280 с.

4. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования: Учеб. пособие / В.И. Косинцев, А.И. Михайличенко, Н.С. Крашенникова, В.М. Миронов, В.М. Сутягин — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. — 397 с.

6.3 Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.ecoline.ru> - Информационный ресурс «Эколайн» содержит научные, справочные, методические и учебные материалы, посвящённые вопросам обеспечения экологической безопасности, повышения энергоэффективности экономики, распространения наилучших доступных технологий в ключевых отраслях промышленности.

2. <http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Специализированные учебные аудитории для проведения лекционных занятий: портативный мультимедийный комплекс. Лабораторные занятия проводятся в учебных лабораториях, которые оснащены необходимым оборудованием. Зал дипломного проектирования и научных исследований: портативный мультимедийный комплекс. Компьютерные классы БГТУ им. В.Г. Шухова с подключением к сети «Интернет» для самостоятельной работы. Основное программное обеспечение, используемое в процессе освоения дисциплины, включает такие программные продукты, как MS Windows, MS Office, GoogleChrome, MozillaFirefox, Kaspersky Endpoint Security.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями.

1. На титульном листе рабочей программы считать название «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования» как «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования».

2. Институт строительного материаловедения и техносферной безопасности был переименован 29.02.2016 приказом №4/53 в Химико-технологический.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «09» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой  Свергузова С.В.
подпись, ФИО


Директор института  Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями в п.б. Основная и дополнительная литература (список прилагается).

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «06» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.
подпись, ФИО

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА (на 2017/2018 учебный год)

6.1 Перечень основной литературы

1. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Н. Климова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 180 с. — 978-5-4387-0380-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34743.html>

2. Тихомирова Т. И. Проблемы энергосбережения и экологической безопасности в энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. И. Тихомирова, И. А. Щетинина, Н. А. Щетинин. — Электрон. текстовые дан. — Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. — 1 эл. опт. диск (CD+RW). — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016120813131671800000657426>

3. Мухачева, В. Д. Практикум по физической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения направлений подготовки 18.03.01 – Химическая технология и 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии / В. Д. Мухачева, В. А. Полуэктова, О. А. Слюсарь. - Электрон. текстовые дан. - Белгород: Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) : рис., табл. - Загл. с титул. экрана. - 30.00 р. — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017021610563526700000652429>

6.2 Перечень дополнительной литературы

1. Лейтес И.Л. Теория и практика химической энерготехнологии / И.Л. Лейтес, М.Х. Сосна, В.П. Семенов. — М.: Химия, 1988. — 280 с.

2. Туманов Ю.Н. Электротехнологии нового поколения в производстве неорганических материалов [Электронный ресурс]: экология, энергосбережение, качество/ Туманов Ю.Н. — Электрон. текстовые данные. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 807 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24446>

3. Ганжа В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения [Электронный ресурс]: монография / В.Л. Ганжа. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2007. — 451 с. — 978-985-08-0810-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12310.html>

6.3 Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.ecoline.ru> - Информационный ресурс «Эколайн» содержит научные, справочные, методические и учебные материалы, посвящённые вопросам обеспечения экологической безопасности, повышения энергоэффективности экономики, распространения наилучших доступных технологий в ключевых отраслях промышленности.


2. <http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями в п.б. Основная и дополнительная литература (список прилагается).

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 18 заседания кафедры от «24» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., проф.  Свергузова С.В.
подпись, ФИО

Директор института д.т.н., проф.  Павленко В.И.
подпись, ФИО

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА (на 2018/2019 учебный год)

6.1 Перечень основной литературы

1. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.Н. Климова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 180 с. — 978-5-4387-0380-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34743.html>

2. Тихомирова Т. И. Проблемы энергосбережения и экологической безопасности в энергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. И. Тихомирова, И. А. Щетинина, Н. А. Щетинин. — Электрон. текстовые дан. — Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. — 1 эл. опт. диск (CD+RW). — Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016120813131671800000657426>

3. Кирюшина Н.Ю. Энергосбережение в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии: методические указания для выполнения практических работ, курсовой и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению 18.04.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии / Кирюшина Н.Ю., Сапронова Ж.А. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 23 с.

6.2 Перечень дополнительной литературы

1. Лейтес И.Л. Теория и практика химической энерготехнологии / И.Л. Лейтес, М.Х. Сосна, В.П. Семенов. – М.: Химия, 1988. – 280 с.

2. Туманов Ю.Н. Электротехнологии нового поколения в производстве неорганических материалов [Электронный ресурс]: экология, энергосбережение, качество/ Туманов Ю.Н. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 807 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24446>

3. Ганжа В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения [Электронный ресурс]: монография / В.Л. Ганжа. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 451 с. – 978-985-08-0810-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12310.html>

6.3 Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.ecoline.ru> - Информационный ресурс «Эколайн» содержит научные, справочные, методические и учебные материалы, посвященные вопросам обеспечения экологической безопасности, повышения энергоэффективности экономики, распространения наилучших доступных технологий в ключевых отраслях промышленности.

2. <http://www.elibrary.ru> - научная электронная библиотека.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой  С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор института  В.И. Павленко
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный
год.

Протокол №11 заседания кафедры от «20» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ С.В. Свергузова
подпись, ФИО

Директор института _____ В.И. Павленко
подпись, ФИО