

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

А.В.Белоусов

« 15 » декабрь 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

ТЕРМОВЛАЖНОСТНЫЕ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ
ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И УСТАНОВКИ

направление подготовки:

13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность программы (профиль):

Энергетика теплотехнологий

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Энергетический

Кафедра: Энергетики теплотехнологии

Белгород – 2015


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 октября 2015 г., № 1081.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: доцент  (В.В. Губарева)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры **энергетики
теплотехнологии**

« 16 » ноября 2015 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, профессор  (В.П. Кожевников)

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 19 » ноября 2015 г., протокол № 3

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-10	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные процессы, протекающие в термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических установках, а также физические законы, которым они подчиняются; основные теплоносители, их свойства и характеристики; влияние параметров протекающих процессов и теплоносителей на основные показатели работы установок</p> <p>Уметь: производить расчеты по подбору оптимальных условий протекания процессов</p> <p>Владеть: методиками определения оптимальных режимов протекания процессов</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Гидрогазодинамика
2	Техническая термодинамика
3	Тепломассообмен
4	Источники энергии теплоэнергетики
5	Теплофизические основы и организация технологических процессов
6	Основы конструирования теплотехнического оборудования
7	Тепломеханическое оборудование промышленных предприятий

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математическое моделирование в теплоэнергетике
2	Методика и техника эксперимента в теплотехнологии
3	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
4	Утилизация вторичных энергоресурсов
5	Теплотехнологические комплексы и безотходные системы
6	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий
7	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки
8	Источники и системы энергоснабжения предприятий

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	252
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	85	85
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	167	167
Курсовой проект	54	54
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	77	77
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36 (экзамен)	36 (экзамен)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1.	Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки Общие сведения				
1.	Основные виды промышленных процессов и аппаратов. Физическая сущность процессов и их классификация. Кинетические уравнения наиболее распространенных процессов. Классификация тепло- и массообменных аппаратов и установок.	1		1	2
2.	Виды теплоносителей. Основные свойства, преимуще-	1			2

	ства, недостатки и области рационального применения газообразных, жидких и твердых теплоносителей.				
2. Теплообменные аппараты					
1.	Классификация теплообменных аппаратов. Рекуперативные теплообменные аппараты Классификация рекуператоров. Аппаратурно-технологическое оформление поверхностных рекуперативных теплообменников.	2			6
2.	Виды расчетов теплообменников. Тепловой конструктивный и поверочный расчет рекуперативных теплообменников.	4	9	4	6
3.	Особенности расчета рекуперативных теплообменных аппаратов периодического действия и компактных аппаратов с развитыми поверхностями теплообмена.	2	3		4
4.	Оптимальный выбор нормализованного рекуперативного теплообменного аппарата. Способы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках.	1			2
5.	Регенеративные теплообменные аппараты. Аппаратурно-технологическое оформление регенераторов.	1			4
6.	Особенности теплообмена в регенераторах. Методы расчета регенераторов и перспективы их развития.	1	4		4
3. Выпаривание и выпарные установки					
1.	Общие теоретические сведения. Физические основы процесса выпаривания и свойства растворов. Классификация выпарных аппаратов.	1			2
2.	Аппаратурно-технологическое оформление выпарных установок: поверхностные выпарные аппараты; выпарные установки адиабатного испарения; контактные выпарные аппараты. Тепловые схемы многокорпусных выпарных установок.	2			4
3.	Материальный и тепловой балансы одно- и многокорпусных выпарных установок.	1	4	2	4
4. Смесительные (контактные) теплообменные аппараты и установки					
1.	Фазовое равновесие при массопереносе. Уравнения равновесной и рабочей линий. Диаграммы состояния $t-x-y$, $P-x$ и диаграмма равновесия $u-x$ бинарных смесей.	1			2
2.	Абсорбционные и адсорбционные установки. Скрубберы полые и насадочные. Расчет насадочных аппаратов. Конденсаторы смешения, градирни. Основы расчета и подбора вентиляторных градирен.	2	4	2	5
3.	Общие сведения о дистилляции и ректификации. Основные схемы дистилляции.	1			1
4.	Ректификация. Схема установки. Материальный и тепловой баланс ректификационной установки непрерывного действия.	1	2		2
5. Сушка и сушильные установки					
1.	Общие сведения о процессе сушки. Свойства влажных материалов как объектов сушки и формы связи влаги с материалом.	1			1
2.	Динамика сушки. Тепло и массообмен при сушке. Уравнения внешнего и внутреннего тепло и массообмена. Кинетика сушки. Расчет времени сушки.	1	2		2

3.	Конвективная сушка. Параметры сушильного агента. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.	2	4	6	2
4.	Теплотехнологические схемы установок с однократным использованием сушильного агента, с рециркуляцией, с промежуточным подогревом, смесью воздуха с топочными газами. Графоаналитический метод расчета конвективных сушильных установок, определение их тепловой экономичности.	2		2	6
5.	Сушка жидкотекучих материалов: конструктивное оформление сушилок, основные энергетические показатели работы сушилок. Интенсификация работы распылительных сушилок. Новые схемы сушки распылением.	2			6
6.	Конструктивно-технологическое оформление установок для сушки штучных изделий и твердых дисперсных материалов (туннельные, барабанные, сушилки «кипящего слоя»). Основные эксплуатационные показатели работы этих сушилок.	1			6
7.	Выбор оптимального способа и режима сушки. Критерии оптимальности.	1			1
6. Вспомогательное оборудование теплотехнологических установок					
1.	Основные виды и назначение вспомогательного оборудования. Основы подбора и расчета стандартного вспомогательного оборудования теплотехнологических установок	2	2		3
ВСЕГО		34	34	17	77

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1.	Теплообменные аппараты	Элементы теплового конструктивного расчета поверхностных рекуперативных теплообменников.	5	5
		Элементы поверочного расчета поверхностных рекуперативных теплообменников.	3	3
		Контрольная работа.	1	1
		Расчет теплообменных аппаратов периодического действия и компактных аппаратов с развитыми поверхностями теплообмена	3	3
		Расчет регенеративных теплообменных аппаратов	4	4
2.	Выпаривание и выпарные установки	Выпаривание. Материальный и тепловой баланс однокорпусных выпарных установок.	4	4
3.	Смесительные (контактные) теплообменные аппараты и установки	Элементы расчета смесительных теплообменников (абсорберов, насадочных аппаратов, градирен).	4	4
		Ректификация. Материальный и тепловой балансы.	2	2

4.	Сушка и сушильные установки	Расчет кинетики сушки в первом и втором периодах. Определение времени сушки	2	2
		Определение параметров сушильного агента по I-х диаграмме и их аналитический расчет. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.	4	4
5.	Вспомогательное оборудование теплотехнологических установок	Расчет стандартного вспомогательного оборудования теплотехнологических установок	2	2
ИТОГО			34	34
ВСЕГО			68	

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1.	Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки Общие сведения	Вводное занятие	1	1
2.	Теплообменные аппараты	Изучение процесса теплопередачи в теплообменнике «труба в трубе».	4	4
3.	Выпаривание и выпарные установки	Изучение процесса выпаривания в однокорпусной выпарной установке.	2	2
4.	Сушка и сушильные установки	Исследование процесса сушки строительных материалов.	4	4
5.	Сушка и сушильные установки	Изучение влияния температуры сушильного агента на входе в сушилку «кипящего» слоя на ее тепловую экономичность.	2	2
6.	Смесительные (контактные) теплообменные аппараты и установки	Определение тепловых потерь при обработке бетона в лабораторной пропарочной камере в период прогрева	4	4
ИТОГО			17	17
ВСЕГО			34	

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

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Термовлажностные и низкотемпературные тепло-технологические процессы и установки. Общие сведения	<ul style="list-style-type: none"> - Физическая сущность процессов, их классификация. Основные кинетические уравнения. - Классификация теплообменных процессов по рабочему - диапазону температур. - Классификация процессов по организационно-технической структуре. Преимущества непрерывных процессов. - Основные этапы расчётов процессов и установок. - Расчёт технико-экономических показателей при проектировании.
2	Теплообменные аппараты	<ul style="list-style-type: none"> - Основные теплофизические свойства и их влияние на выбор теплоносителей. - Кожухотрубчатые, секционные, пластинчатые и спиральные теплообменники. - Устройство, назначение и основные характеристики. - Устройство и принцип действия вертикального испарителя. - Уравнение теплового баланса 2-х поточных теплообменников для различных теплоносителей. - Схемы теплового и поверочного расчётов рекуперативного теплообменника. - Основные отличия теплового конструктивного расчёта от поверочного. - Способы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках. - Особенности расчета рекуперативных теплообменников периодического действия. - Регенеративные теплообменники. Устройство. Принцип действия. Применение. - Особенности теплового расчёта регенераторов (в отличие от рекуператоров). - Особенности расчёта компактных аппаратов с развитыми поверхностями теплообмена.
3	Выпаривание и выпарные установки	<ul style="list-style-type: none"> - Выпаривание. Теоретические основы. - Поверхностные выпарные аппараты. Выпарные аппараты с центральной циркуляционной трубой. - Выпаривание. Выпарные аппараты адиабатного расширения. - Контактные выпарные аппараты. Выпарные аппараты с погружной горелкой. - Принципиальные схемы многокорпусной выпарной установки. - Свойства растворов подвергаемых выпариванию и материальный баланс однокорпусной выпарной установки. - Тепловой баланс однокорпусной выпарной установки.

		<ul style="list-style-type: none"> - Принципиальная схема расчёта многокорпусных выпарных установок.
4	Смесительные (контактные) теплообменные аппараты и установки	<ul style="list-style-type: none"> - Смесительные теплообменные аппараты. Классификация. Преимущества и недостатки. - Фазовое равновесие. Уравнения равновесий и рабочей линии. - Определение направления массопередачи по Y-X диаграмме. - Устройство, принцип действия и основные характеристики полых, полочных и насадочных аппаратов. - Расчет насадочных аппаратов. - Дистилляция. Схемы простой дистилляции. Дефлегмация. - Ректификация. Схема установки и описание процесса. - Материальный и тепловой баланс ректификационных установок непрерывного действия
5	Сушка и сушильные установки	<ul style="list-style-type: none"> - Общие сведения о сушке и методах обезвоживания материала. - Виды сушки и их характеристика. - Свойства влажных материалов и параметры сушильного агента. - Формы связи влаги с материалом. Классификация высушиваемых материалов по структуре. - Изотерма сорбции сушки. - Динамика сушки. Уравнения внешнего и внутреннего тепло- и массообмена. Характеристика коэффициентов в уравнениях диффузии. - Кинетика сушки. Кинетические кривые сушки. Периоды сушки. - Конвективная сушка. Классификация и характеристики сушильного агента. - Материальный баланс конвективных сушилок. - Принципы энергосберегающей технологии сушки. - Схема разработки аппаратурно-технологического оформления процесса сушки. - Оптимизация процессов сушки. Интенсификация процессов конвективной сушки. - Сушка жидкотекучих материалов. Конструкция сушилок, их принцип действия и эксплуатационные характеристики. - Распылительные сушилки. - Новые технологические схемы сушки распылением. - Сушка штучных, крупногабаритных материалов в сушилке. Принцип действия, устройство и эксплуатационных характеристики. - Сушка твёрдых дисперсных материалов. Сушилки с плотным, с полувзвешенным и взвешенным слоем материала. - Выбор оптимального способа и режима сушки. Критерии оптимальности.
6	Вспомогательное оборудование теплотехнологических установок	<ul style="list-style-type: none"> - Насосы и вентиляторы - Виды вспомогательного оборудования. - Виды топок и горелочных устройств. - Аппараты пылеочистки. - Питатели.

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

Унифицированная тема «Расчет теплотехнологической установки»:	
1.	Спроектировать кожухотрубчатый теплообменник на заданные условия
2.	Спроектировать теплообменник типа «труба в трубе» на заданные условия
3.	Спроектировать барабанную сушилку на заданные условия
4.	Спроектировать туннельную сушилку на заданные условия
5.	Спроектировать сушилку «кипящего слоя» на заданные условия
6.	Спроектировать распылительную сушилку на заданные условия

Курсовой проект является заключительным этапом в изучении курса «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки»:

При выполнении курсового проекта студент не только расширяет и закрепляет теоретически и практически знания, полученные при изучении дисциплины, но и овладевает навыками самостоятельного решения конкретных инженерных задач.

Получив тему курсового проекта, студент должен изучить имеющиеся достижения в этой области, выбрать наиболее рациональную теплотехнологическую схему, выполнить теплотехнический и конструктивный расчет тепловой установки, подобрать теплоноситель и рассчитать вспомогательное оборудование.

Объем расчетно-пояснительной записки 25...30 страниц рукописного текста. Графическая часть проекта состоит из двух листов формата А 1. На первом листе должна быть представлена теплотехнологическая компоновочная схема установки, на втором – разрез основного аппарата и разрез одного из аппаратов вспомогательного оборудования или узла основного аппарата.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

– учебным планом не предусмотрены

5.4. Перечень контрольных работ

– учебным планом не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. / А. Г. Касаткин. – 15-е изд., стереотип. дораб. – М.: Альянс, 2004. – 752 с.
2. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Ч.1. Учебное пособие. / В.В. Губарева, В.П. Кожевников, М.С. Шиманская. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.
3. Губарева В.В. Расчет и проектирование конвективных сушильных установок. Учебное пособие./В.В. Губарева – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2014.– 118с.; <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013012263185900000652122>.
4. Губарева В.В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов. Учебное пособие. / В.В. Губарева – Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014.– 61 с.; - <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013012404399000000655473>.
5. Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2010. - 544 с. – <http://www.iprbookshop.ru/22539>. - ISBN 978-5-93808-182-6 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
6. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 140105- Энергетика теплотехнологии. / В.В. Губарева, И.А. Щетинина – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. – <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918190780776500004353>.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Жуков А. Д. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Д. Жуков – Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. – 252 с. – <http://www.iprbookshop.ru/27038>. - ISBN 978-5-7264-0897-2 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
2. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Ф. Фролов – Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2008. – 608 с. – <http://www.iprbookshop.ru/22537>. – Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Пузиков Н.Т., Болдин С.В. Расчёт режима сушки керамических изделий продуктами сгорания природного газа [Электронный ресурс]: методические указания/ Н.Т. Пузиков, С.В. Болдин – Нижний Новгород: Нижегородский гос. архитектурно-строительный университет, 2014, – <http://www.iprbookshop.ru/54965>. – ЭБС «IPRbooks».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

Практические занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).


Лабораторные занятия – учебная лаборатория гидрогазодинамики и теплообмена и лаборатория теплотехники (Лк 407, 408), оборудованные лабораторными стендами с конвективной сушилкой и сушилкой «кипящего» слоя, теплообменной и выпарной установками, лабораторной пропарочной камерой.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «26» 05 2016 г.

Заведующий кафедрой  В.И. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями и дополнениями по п. 6:

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Губарева, В. В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Губарева, А. В. Губарев. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. – 256с. - <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017040309212027300000655522>.
2. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. / А. Г. Касаткин. –10-е изд., стереотип. дораб. – М.: Альянс, 2004. – 752с.
3. Губарева В.В. Расчет и проектирование конвективных сушильных установок. Учебное пособие./В.В. Губарева – Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2014.– 118с.; - <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013012263185900000652122>.
4. Губарева В.В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов. Учебное пособие. / В.В. Губарева – Белгород, БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014.– 61 с.; - <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015013012404399000000655473>.
5. Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / П. Г. Романков – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2010. - 544 с. – <http://www.iprbookshop.ru/22539>. - ISBN 978-5-93808-182-6 ; Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
6. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. [Электронный ресурс] / В.В. Губарева – Методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления бакалавриата 13.01.03 – Теплоэнергетика и теплотехника профиля подготовки "Энергетика теплотехнологии"– Белгород, БГТУ им. В.Г.Шухова, 2016. – 42с. – <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016101813431808100000659984>.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Губарева В.В. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Ч.1. Учебное пособие. / В.В. Губарева, В.П. Кожевников, М.С. Шиманская. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.
2. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии». [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Фролов – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2008. – 608 с. – <http://www.iprbookshop.ru/22537>. – Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Пузиков Н.Т., Болдин С.В. Расчет режима сушки керамических изделий продуктами сгорания природного газа [Электронный ресурс] – Методические указания/ Н.Т. Пузиков, С.В. Болдин – Нижний Новгород: Нижегородский гос. архитектурно-строительный университет, 2014, – <http://www.iprbookshop.ru/54965>. – ЭБС «IPRbooks».
4. Шалай В.В. и др. Расчет тепловых процессов и установок в примерах и задачах [Электронный ресурс] – Практикум – Омск: Омский государственный технический университет, 2015 : <http://www.iprbookshop.ru/58098>. – ЭБС «IPRbooks»
5. Жуков А. Д. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Д. Жуков – Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. – 252 с. – <http://www.iprbookshop.ru/27038>. - ISBN 978-5-7264-0897-2 ; Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

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

Протокол № 9 заседания кафедры от «25» 05 2017г.

Заведующий кафедрой _____ В.П. Кожевников

Директор института _____ А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20/8/2019 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 2018

Заведующий кафедрой  В.П. Кожевников

Директор института  А.В. Белоусов

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Курс «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки» представляет собой неотъемлемую составную часть подготовки студентов по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника».

Цель учебной дисциплины состоит в формировании у студентов знаний о термовлажностных и низкотемпературных теплотехнологических процессах; конструкциях теплотехнологических установок, о принципе работы и режимных параметрах этих установок; о методологии расчета современного теплообменного оборудования.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда сложных задач, что дает возможность студентам:

- сформировать представление о современных методах расчета теплотехнологических схем, процессов и аппаратов;
- выработать системный подход к анализу состояния и тенденций развития теплотехнологического оборудования;
- изучить узкие места в производстве и на основе этого разработать или подобрать рациональную теплотехнологическую схему;
- выработать навыки самостоятельного обоснования принимаемых инженерных решений при проектировании теплотехнологического оборудования;
- грамотно подходить к выбору рациональных теплотехнологических схем, обеспечивающих оптимальное использование топлива и других энергоресурсов.
- Занятия проводятся в виде лекций, практических и лабораторных занятий.

Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, коллоквиумов или периодического тестирования, решений задач и проведения контрольных работ. Формой итогового контроля является сдача курсового проекта и экзамен.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в Рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих бакалавров-теплоэнергетиков.

Исходный этап изучения курса «Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки» предполагает ознакомление с Рабочей программой, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекциях преподавателя и приведенных в планах и заданиях

к практическим занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы, содержатся ответы на поставленные вопросы.

Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке к выполнению курсового проекта необходимо ознакомиться с публикациями в периодических энергетических изданиях и статистическими материалами. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на тесты, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по изучаемому курсу. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в методических указаниях к лабораторным занятиям и методических указаниях для студентов заочного отделения. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

Содержание разделов дисциплины.

1. Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Общие сведения [1, С. 13...19, 326].

Основные виды промышленных процессов и аппаратов. Классификация по различным признакам. Физическая сущность процессов и их классификация. Кинетические уравнения наиболее распространенных процессов. Классификация тепло- и массообменных аппаратов и установок.

Виды теплоносителей. Основные свойства, преимущества, недостатки и области рационального применения газообразных, жидких и твердых теплоносителей.

2. Теплообменные аппараты [1, С. 327...346], [4, С. 5–24]

Классификация теплообменных аппаратов по различным признакам. Рекуперативные теплообменные аппараты. Классификация рекуператоров. Аппаратурно-технологическое оформление поверхностных рекуперативных теплообменников.

Виды расчетов теплообменников. Тепловой конструктивный и поверочный расчет рекуперативных теплообменников.

Особенности расчета рекуперативных теплообменных аппаратов периодического действия и компактных аппаратов с развитыми поверхностями теплообмена.

Оптимальный выбор нормализованного рекуперативного теплообменного аппарата. Способы интенсификации теплообмена в рекуперативных теплообменниках.

Регенеративные теплообменные аппараты. Аппаратурно-технологическое оформление регенераторов.

Особенности теплообмена в регенераторах. Методы расчета регенераторов и перспективы их развития.

3. Выпаривание и выпарные установки [1, С. 347...381].

Общие теоретические сведения. Физические основы процесса выпаривания и свойства растворов. Классификация выпарных аппаратов.

Аппаратурно-технологическое оформление выпарных установок: поверхностные выпарные аппараты; выпарные установки адиабатного испарения; контактные выпарные аппараты.

Тепловые схемы многокорпусных выпарных установок.

Материальный и тепловой балансы одно- и многокорпусных выпарных установок.

4. Смесительные (контактные) тепломассообменные аппараты и установки

[1, С. 382...391, 398...415, 423...425, 440...450, 461...463, 471...493]

Фазовое равновесие при массопереносе. Уравнения равновесной и рабочей линий. Диаграммы состояния t - x - y , P - x и диаграмма равновесия y - x бинарных смесей.

Абсорбционные и адсорбционные установки. Скрубберы полые и насадочные. Расчет насадочных аппаратов. Конденсаторы смешения, градирни. Основы расчета и подбора вентиляторных градирен.

Общие сведения о дистилляции и ректификации. Основные схемы дистилляции. Ректификация. Схема установки. Материальный и тепловой баланс ректификационной установки непрерывного действия.

5. Сушка и сушильные установки [1, С. 583...631], [2, С. 5...81], [3, С. 5...44].

Общие сведения о процессе сушки. Свойства влажных материалов как объектов сушки и формы связи влаги с материалом.

Динамика сушки. Тепло и массообмен при сушке. Уравнения внешнего и внутреннего тепло и массообмена. Кинетика сушки. Расчет времени сушки.

Конвективная сушка. Параметры сушильного агента. Материальный и тепловой балансы конвективных сушильных установок.

Теплотехнологические схемы установок с однократным использованием сушильного агента, с рециркуляцией, с промежуточным подогревом, смесью воздуха с топочными газами. Графоаналитический метод расчета конвективных сушильных установок, определение их тепловой экономичности.

Сушка жидкотекучих материалов: конструктивное оформление сушилок, основные энергетические показатели работы сушилок. Интенсификация работы распылительных сушилок. Новые схемы сушки распылением.

Конструктивно-технологическое оформление установок для сушки штучных изделий и твердых дисперсных материалов (туннельные, барабанные, сушилки «кипящего слоя»). Основные эксплуатационные показатели работы этих сушилок.

Выбор оптимального способа и режима сушки. Критерии оптимальности.

6. Вспомогательное оборудование теплотехнологических установок [2, С. 83...92], [3, С. 77...87]

Основные виды и назначения вспомогательного оборудования. Основы подбора и расчета стандартного вспомогательного оборудования теплотехнологических установок.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /20 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «_13_» июня 2019 г.

Зам. заведующего кафедрой  Ю.В. Васильченко

Директор института  А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений

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

Протокол № 9 заседания кафедры от «17» ИЮНЯ 20 20 г.

Заведующий кафедрой  Васильченко Ю. В.

Директор института  Белоусов А.В.

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «28» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой  Васильченко Ю. В.

Директор института  Белоусов А.В.